

Stefano Zamberlan

DALL'UTILITÀ
AL GODIMENTO DELLA VITA:
LA BIOECONOMIA
DI NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

Nicholas Georgescu-Roegen

LO STATO STAZIONARIO E LA SALVEZZA ECOLOGICA:
UN'ANALISI TERMODINAMICA



IPEMEDizioni

Stefano Zamberlan

**DALL'UTILITÀ
AL GODIMENTO DELLA VITA:
LA BIOECONOMIA
DI NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN**

IPEMEDizioni

Prima stampa 2007

Stampato dalla I.G.VI. Industrie Grafiche Vicentine S.p.A. per conto della IPEM Edizioni - Pisa.

I diritti del presente volume, compresa la grafica di copertina ed escluso il saggio di Nicholas Georgescu-Roegen, rimangono dell'Autore.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume. Riproduzioni superiori e per uso differente da quello personale potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto.

A chi rincorre i propri sogni...

«Il vero “output” del processo economico non è un efflusso fisico di spreco, ma il *godimento della vita*.»

«Dobbiamo renderci conto che un prerequisito importante per una buona vita è una quantità considerevole di tempo libero trascorso in modo intelligente.»

Nicholas Georgescu-Roegen,
(1973, p. 118; 1982, p. 75).

INDICE

INTRODUZIONE - UN NUOVO PARADIGMA SCIENTIFICO E IL CONTRIBUTO DI NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN ALL'EVOLUZIONE DELLA SCIENZA ECONOMICA

1. Premessa	1
2. La vita e l'opera scientifica di Nicholas Georgescu-Roegen	3
3. Il meccanicismo cartesiano e la termodinamica	6
4. L'avvento della fisica quantistica e la biologia organicista	8
5. L'affermarsi del paradigma sistemico	9
6. Una nuova base epistemologica per la scienza economica	15
7. Piano del lavoro: l'evoluzione del pensiero roegeniano	16
8. Considerazioni e finalità	20

CAP. I - LA CRITICA ALLE TEORIE DELL'UTILITÀ E DEL COMPORTAMENTO DEL CONSUMATORE

1. La critica al concetto di utilità	31
2. Dall'utilità alla <i>theory of consumer's choice</i>	35
3. La <i>directional choice theory</i>	39
4. <i>Directional choice theory</i> e <i>revealed preference theory</i>	44
5. Utilità <i>versus</i> bisogni	48
6. La gerarchia dei bisogni	50

CAP. II - UN NUOVO FONDAMENTO EPISTEMOLOGICO PER LA SCIENZA ECONOMICA

1. La critica alla teoria economica neoclassica	59
2. Il paradigma meccanicistico in economia	61
3. La scienza teoretica, i concetti aritmomorfici e i concetti dialettici	63
4. Gli influssi sul pensiero di Georgescu-Roegen	66
5. Misurazione cardinale e ordinale, quantità, qualità e tempo	69
6. L'emergere della novità e il fenomeno dell' <i>isteresi</i>	73
7. Dalla meccanica alla termodinamica: il tempo e l'evoluzione	75
8. L'entropia come nuovo riferimento per la scienza economica	76

CAP. III - L'ENTROPIA E LA PRODUZIONE ECONOMICA

1. Dalla fisica meccanica alla termodinamica	83
2. Fallacia della visione ciclica del processo economico	84
3. La legge di entropia e l'economia	85
4. Il dogma energetico	87
5. Una lezione dalla fisica	88
6. La quarta legge della termodinamica	90
7. L'economia della produzione	92
8. Una nuova visione del processo produttivo	94
9. Il modello Fondi-Flussi	96
10. L'entropia e l'insostituibilità delle risorse naturali	102

CAP. IV - I MITI ECONOMICI

1. I miti economici	111
2. Il miraggio dello stato stazionario	114
3. L'applicabilità della legge di entropia all'economia	117
4. Il dibattito sulla quarta legge della termodinamica	118
5. L'influsso di Georgescu-Roegen sulla comunità scientifica	119
6. Gli sviluppi della bioeconomia e l'approccio sistemico	121

CAP. V – EVOLUZIONE ED ENTROPIA: LA BIOECONOMIA E LA DECRESCITA

1. La realtà economica come processo evolutivo	129
2. L'economia politica come estensione della biologia	130
3. L'evoluzione esosomatica umana	132
4. Il destino prometeico dell'uomo	133
5. I problemi bioeconomici dell'evoluzione umana	134
6. Asimmetrie delle risorse e crescita demografica	136
7. La decrescita	139
8. Il programma bioeconomico minimale	140

CAP. VI - IL «GODIMENTO DELLA VITA»

1. Dalla critica dell'utilità al godimento della vita	151
2. Evoluzione, entropia e valore economico	153
3. Dalla materia all'immateriale godimento della vita	155
4. Gli elementi del godimento della vita	157
5. L'equazione generale del valore	160
6. L'equazione generale del valore e le principali teorie del valore	164

CONCLUSIONI - ECONOMIA, AMBIENTE E FELICITÀ

1. Problemi ambientali e valori di riferimento	171
2. Economia e benessere: il paradosso della felicità	172
3. L'inadeguatezza del Pil nel misurare il benessere	174
4. Ricchezza materiale e ricchezza relazionale	176
5. Dal benessere al godimento della vita: la validità dell'opera di Nicholas Georgescu-Roegen	178

LO STATO STAZIONARIO E LA SALVEZZA ECOLOGICA: UN'ANALISI TERMODINAMICA

di Nicholas Georgescu-Roegen	183
------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA GENERALE	199
------------------------------	-----

INTRODUZIONE

UN NUOVO PARADIGMA SCIENTIFICO E IL CONTRIBUTO DI NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN ALL'EVOLUZIONE DELLA SCIENZA ECONOMICA

1. Premessa

L'attuale situazione mondiale è percorsa da forti inquietudini: il cambiamento climatico, le tensioni internazionali, l'instabilità dei mercati finanziari, lo spettro della recessione economica, l'acuirsi del divario tra ricchi e poveri, una diffusa infelicità nelle società ricche e il persistere della povertà nei Paesi del Terzo e Quarto mondo. Si sente perciò sempre più spesso parlare della necessità di cambiare l'economia, di trovare nuove forme di produrre e di consumare, per sfuggire a una situazione paradossale in cui non è il sistema economico che dà di che vivere all'uomo, ma l'uomo che vive perché il sistema economico possa produrre.

Il punto di partenza per una siffatta rivoluzione degli stili di vita e di produzione deve perciò essere la revisione di alcuni concetti fondamentali per l'economia: la teoria dell'utilità e del comportamento del consumatore da una parte, l'approccio alle risorse ambientali dall'altra. Una solida base teorica su come affrontare queste questioni può venire dall'opera di Nicholas Georgescu-Roegen¹.

Nel 2006 è passato in silenzio il centenario della sua nascita: egli non ha raggiunto la fama di illustri colleghi, pur essendo stato riconosciuto come uno dei maggiori economisti del Novecento, meritevole, a detta di molti, del premio Nobel data l'eccezionalità della sua figura e dei suoi contributi scientifici². Purtroppo, in ambito accademico si è paradossalmente privilegiata la sua competenza scientifica al suo pensiero, lo scienziato alle teorie che ha elaborato³. Georgescu-Roegen, infatti, partendo dal mettere in dubbio le basi stesse della definizione di scienza, così come inte-

sa dal mondo occidentale, ha elaborato un approccio d'analisi economica che, rigettando il modello meccanicistico e cartesiano di rappresentazione, assume l'entropia e la termodinamica come nuove fondamenta, ponendo l'economia in rapporto con le scienze della vita.

Tale pensiero, se da una parte può collegare l'economia al cambiamento di paradigma avvenuto nelle altre scienze nel corso del Ventesimo secolo, dall'altra porta a conclusioni di natura economico-produttiva che auspicano una decrescita, e sono quindi in controtendenza rispetto al pensiero economico dominante e scomode per l'*establishment* politico ed economico-finanziario. Forse fu proprio questo il motivo della mancata assegnazione del premio Nobel che egli si sarebbe ampiamente meritato.

Rimane il fatto, che raramente un economista raggiunge un certo livello di studi sullo sviluppo economico e sul suo impatto ambientale senza imbattersi nell'opera di questo Autore dall'impostazione interdisciplinare, il quale ponendo al centro della sua analisi la sopravvivenza e il benessere della specie umana nel lungo periodo, si trova costretto a oltrepassare i limiti del ristretto campo economico⁴.

Alle provocazioni lanciate da Georgescu-Roegen sono state rivolte in passato aspre critiche, spesso non ragionate o comunque non rigorose sul piano scientifico. Altre volte poi, soprattutto da parte di economisti, i contributi interdisciplinari del Nostro sono stati incautamente liquidati, perché «non sono vera economia»⁵. Ciò che colpisce nei suoi lavori è la fluidità con cui esprime i suoi concetti, usando esempi pratici con toni spesso informali, scivolando con sorprendente facilità da dissertazioni filosofiche a puntuali spiegazioni scientifiche, così come si può verificare leggendo il suo saggio *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica*, pubblicato in appendice a questo volume per gentile concessione della rivista "Economia e Ambiente", del cui Comitato scientifico Georgescu-Roegen fece parte.

Gli aspetti filosofici di base e l'interdisciplinarietà rappresentano un punto centrale dell'opera di questo autore, e se da una parte rendono il suo pensiero ancor oggi attuale e fecondo, dall'altra lo fanno apparire sospetto agli occhi degli scienziati chiusi nella specializzazione del loro particolare ambito di studi.

2. La vita e l'opera scientifica di Nicholas Georgescu-Roegen

Nicholas Georgescu-Roegen nacque a Costanza, in Romania, nel 1906. Grazie all'ottenimento di varie borse di studio, si laureò in matematica nella sua nazione d'origine, a Bucarest, per continuare poi la propria formazione in statistica, prima con un dottorato alla Sorbona di Parigi dove assistette alle lezioni di illustri maestri quali Emile Borel, e poi a Londra sotto la guida di Karl Pearson. Proprio in quegli anni, attraverso la meccanica statistica, l'Autore studiò per la prima volta l'entropia, che divenne molto più tardi un elemento centrale del suo pensiero scientifico.

Nel 1932 fu nominato professore di statistica all'Università di Bucarest, incarico che conservò fino al 1946. Nel 1934, grazie a una borsa di studi della Fondazione Rockefeller, si recò per due anni negli Stati Uniti, ad Harvard, dove, sotto la spinta di Joseph A. Schumpeter e Wassily Leontief, diresse i suoi studi in ambito economico. Qui conobbe anche Irving Fisher, Milton Friedman e Harold Hotelling, quest'ultimo autore di un saggio fondamentale sull'esauribilità delle risorse naturali.

Rifiutata una cattedra negli Stati Uniti, il Nostro tornò in Romania per mettere a frutto ciò che aveva studiato e vi rimase per 10 anni, ricoprendo importanti incarichi in istituzioni pubbliche nazionali, sia amministrative che scientifiche, fino al 1948, anno in cui assieme alla moglie Otilla, conosciuta durante la sua permanenza a Parigi, fu costretto alla fuga dal Partito Comunista.

Grazie all'amicizia di Schumpeter e Leontief, fece ritorno in America presso l'Università di Harvard. Nel 1949 si trasferì, però, alla Vanderbilt University, con sede a Nashville in Tennessee, dove fu nominato professore di Economia, e presso la quale rimase sino al 1976, anno del suo pensionamento.

Numerose le permanenze del Nostro all'estero, con finalità di propagazione del suo pensiero e di studio in Europa, Sud America, ma anche in Asia e in Africa. L'Autore continuò instancabilmente l'attività di ricerca fino alla sua morte, avvenuta il 30 ottobre del 1994⁶.

Georgescu-Roegen si affermò già nel 1936 a livello internazionale con il saggio *The Pure Theory of Consumer's Behavior*⁷ sulla teoria pura del comportamento del consumatore, portando in

seguito altri importanti contributi all'economia neoclassica. In quegli anni, l'Autore si dedicò allo studio delle preferenze, dell'utilità, delle aspettative, e in generale all'econometria della domanda e del consumo. Economisti come Schumpeter ricorrono ai metodi statistici elaborati dal Nostro⁸. I suoi lavori sull'applicazione dei modelli matematici all'economia, se da una parte hanno favorito il diffondersi di questa tecnica, dall'altra lo portarono a comprendere le discrepanze e le lacune nella rappresentazione della realtà.

Nel periodo in cui tornò in Romania, Georgescu-Roegen si dedicò, tra le altre cose, allo studio delle comunità contadine, dal quale discesero tre lavori di estrema importanza nel percorso di evoluzione del suo pensiero: *Economic Theory and Agrarian Economics*⁹, scritto al suo ritorno in America nel 1948, ma pubblicato solo nel 1960; *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View and Process in Farming Versus Process in Manufacturing: a Problem of Balance Development*¹⁰, presentati nel 1965.

Questi saggi segnano la rottura con gli schemi della predominante economia *standard*, ovvero, come affermava in tono pungente l'Autore, di «quella moderna scuola economica per la quale non bastano le sole etichette di neoclassicismo e di equilibrio generale»¹¹. È importante notare che tutte le critiche che egli muoverà alla teoria neoclassica sono parimenti mosse all'economia marxista, in quanto «entrambe queste basi assiomatiche rappresentano indubbiamente i tratti più caratteristici del sistema capitalistico» e «lungi dall'essere contraddittorie, sono complementari»¹².

Nel primo saggio citato, *Economic Theory and Agrarian Economics*, l'Autore evidenzia alcuni limiti dell'approccio economico *standard* nell'analisi della realtà economica e la sua inapplicabilità in contesti diversi da quello in cui si è sviluppato, oltre ad affermare in modo esplicito l'importanza del tempo libero nella funzione di utilità di un individuo.

Nel lavoro *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*, troviamo, invece, l'intuizione del “godimento della vita” quale fine ultimo del processo produttivo¹³, che l'Autore in seguito argomentò con una serie di stretti passaggi lo-

gici a partire dallo studio dell'entropia. L'importanza della legge di entropia viene riconosciuta nel terzo saggio citato.

In *Process in Farming Versus Process in Manufacturing*, infatti, il Nostro si porrà in posizione critica nei confronti della teoria della produzione, elaborando il suo modello Fondi-Flussi¹⁴. Questo nuovo approccio gli permetterà di introdurre il concetto di degrado irreversibile della materia, e dell'utilità della materia e dell'energia in base all'entropia¹⁵, i quali diventeranno per Georgescu-Roegen la chiave interpretativa del processo economico.

Come fa notare Stefano Zamagni, l'attaccamento alla realtà del suo Paese natale, unito all'interesse suscitato da Schumpeter per il tema dello sviluppo economico, condizioneranno le tematiche scientifiche che Georgescu-Roegen sceglierà di affrontare nella sua attività accademica: «Lo sfruttamento sregolato e non razionale dei giacimenti petroliferi – risorsa principale dell'economia rumena – lo induce a prendere atto della mutua influenza tra processo economico e ambiente naturale, un'influenza che l'economia standard non è attrezzata a trattare in maniera adeguata»¹⁶.

Durante gli anni Cinquanta e la prima metà degli anni Sessanta, il pensiero dell'Autore evolve fino ad elaborare una radicale critica epistemologica ai fondamenti della teoria neoclassica, che trova una sua prima espressione compiuta nella lunga introduzione al suo volume *Analytical Economics: Issues and Problems* del 1966¹⁷, libro in cui sono raccolti i saggi fondamentali che gli hanno permesso di evidenziare i limiti della teoria neoclassica. La consapevolezza di questi limiti ha spinto l'Autore ad allargare la base epistemologica della scienza economica e a rivolgersi alla termodinamica, riprendendo e approfondendo con rigore scientifico le conclusioni del saggio *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*.

Nella sua opera *The Entropy Law and the Economic Process* del 1971¹⁸, espone, argomenta e trae le conclusioni sul ruolo centrale dello studio della legge di entropia e sulla sua ricaduta sul processo economico. Questa tematica assorbirà, dagli anni Settanta in poi, la quasi totalità degli sforzi scientifici del Nostro, che compirà approfonditi studi in fisica, chimica e biologia, affiancati da studi sulle scienze sociali¹⁹. Le considerazioni che via via nasceranno da questa nuova visione dell'economia saranno raccolte

nella prima parte del volume *Energy and Economic Myths* del 1976²⁰.

Dal continuo approfondimento, e dalla puntuale verifica di quest'impostazione, nascerà la teoria bioeconomica, alla quale Georgescu-Roegen lavorerà fino al 1994, anno della sua morte. Purtroppo, l'Autore non ebbe il tempo di realizzare una sintesi organica del pensiero bioeconomico²¹. Come afferma Mauro Bonaiuti: «La teoria bioeconomica di Georgescu-Roegen rappresenta il primo e più rigoroso tentativo di articolare l'economia alle scienze della vita e, indirettamente, alle scienze sociali»²². Indubbiamente, l'opera del Nostro ha avuto un'importanza fondamentale nello sviluppo degli studi successivi sul rapporto tra economia e ambiente²³.

3. Il meccanicismo cartesiano e la termodinamica

Nel XVI e nel XVII secolo la visione del mondo medievale, basata sulla filosofia aristotelica e sulla teologia cristiana, cambiò radicalmente a seguito delle scoperte in fisica, in astronomia e in matematica da parte di Copernico, di Galileo, di Cartesio, di Bacon e di Newton. In particolare, Galileo Galilei con il metodo scientifico basato sulla misurazione quantitativa bandì la qualità dall'osservazione dei fenomeni. Cartesio, invece, creò il metodo di pensiero analitico, attraverso il quale la comprensione del comportamento e delle caratteristiche del tutto avviene a partire dalle proprietà delle sue parti. Inoltre, il processo meccanico è considerato reversibile, e quindi la dinamica può essere rappresentata da un pendolo, che oscilla ripercorrendo avanti e poi a ritroso le varie fasi del processo stesso.

Nasce così il meccanicismo cartesiano, che è stato il paradigma di riferimento per tutte le scienze per quasi tre secoli. Gli elementi cardine di questo paradigma sono:

- la fisica meccanica quale scienza di riferimento, in cui regna il determinismo e la teorica reversibilità dei fenomeni;
- la modellizzazione dei fenomeni attraverso la matematica lineare;
- l'analisi delle parti per lo studio e la comprensione del tutto.

Un assunto che deriva da questo paradigma è che anche le leggi della biologia possono essere ricondotte a quelle della fisica e della chimica. Ovviamente vi furono correnti di pensiero avverse a quest'impostazione. Tra queste il movimento artistico, letterario e filosofico romantico di fine Settecento e Ottocento, incline ad una visione d'insieme della realtà, in cui diviene importante la forma che essa assume. In tale periodo, in biologia si svilupparono due filoni: il vitalismo e l'organicismo. Entrambi questi approcci affondavano le proprie radici nel pensiero greco, e rigettavano la riduzione della biologia alle sole leggi della fisica e della chimica affermando che nella descrizione dell'essere vivente non bastava lo studio delle sue parti, ma era necessario qualcos'altro: per i vitalisti è un'entità immateriale, una forza o un campo, per gli organicisti è l'organizzazione dei rapporti.

Tuttavia, la prima crepa alla visione imperante della meccanica vi fu negli anni Venti del Diciannovesimo secolo, con le scoperte di Joseph Fourier e Sadi Carnot, poi approfondite con l'opera di Clausius e Lord Kelvin, che portarono alla nascita della prima scienza non classica: la termodinamica.

Fourier compì degli studi sulla propagazione del calore arrivando a modellarla per mezzo di serie trigonometriche²⁴. Tale formulazione semplice, e matematicamente rigorosa, si pose in contrasto con le leggi della dinamica newtoniana e fu contestata dagli uomini di scienza più importanti dell'epoca. Infatti, nella visione meccanicistica si ha una visione statica della natura, in cui il tempo è solo un parametro e i fenomeni sono indipendenti dalla direzione temporale.

Contestualmente, Sadi Carnot analizzò il rendimento delle macchine a vapore e formalizzò la trasformazione del calore in lavoro²⁵, constatando che il calore si diffonde irreversibilmente dentro un corpo nella direzione ove la temperatura è minore. Questa verità basilare è la formulazione più semplice del secondo principio della termodinamica e del concetto di entropia. Nelle macchine a vapore, inoltre, si osserva altresì che non tutto il calore impiegato come fonte energetica si trasforma in lavoro meccanico a causa dell'attrito.

Quest'unidirezionalità nel trasferimento del calore, e la degradazione dell'energia prodotta, sono state studiate in seguito da

Rudolf Clausius, il quale riformulò nel 1950 – contemporaneamente a Lord Kelvin – il principio del ciclo di Carnot, affermando che è impossibile per una macchina automatica senza l'ausilio di agenti esterni convogliare calore da un corpo ad un altro se quest'ultimo ha una temperatura più alta²⁶. Partendo da questa constatazione dell'impossibilità del passaggio spontaneo del calore da un corpo freddo a un corpo caldo, Clausius nel 1953 giunse alla convinzione che l'energia di un sistema isolato rimane costante, mentre la sua incapacità di compiere lavoro tende ad assumere un valore massimo in cui non è più possibile alcuna trasformazione dell'energia in lavoro²⁷. Lo scienziato ha in questo modo espresso in modo chiaro i principi della conservazione dell'energia e della limitazione dell'efficienza di Carnot, che verranno poi chiamati la prima e la seconda legge della termodinamica.

Nel 1864 Clausius fece, inoltre, una distinzione tra trasformazioni reversibili e trasformazioni irreversibili, introducendo così il principio di entropia²⁸. La formulazione della seconda legge diviene così: l'energia di un sistema isolato rimane costante, mentre la sua entropia tende ad assumere un valore massimo.

L'entropia, inserendo l'irreversibilità dei fenomeni negli studi scientifici, contrappone il pendolo meccanico alla freccia entropica²⁹. In altre parole, la clessidra dello scorrere del tempo nella fisica meccanica può essere capovolta, quella della termodinamica no³⁰. In fisica, tuttavia, durante tutto il XIX secolo fu preso in considerazione unicamente lo stato finale dell'evoluzione termodinamica, in cui si ha l'equilibrio termico e il calore non si trasferisce. Solo nel corso del secolo seguente venne posta l'attenzione sui sistemi complessi.

4. L'avvento della la fisica quantistica e la biologia organicista

Infatti, a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento, l'analisi della forma come elemento essenziale nello studio degli esseri viventi, introdotta con l'approccio organicista in biologia, divenne centrale per due discipline: l'ecologia e la psicologia della forma³¹.

La teoria che però incrinò definitivamente il paradigma meccanicistico fu la teoria dei quanti, che si sviluppò nei primi anni

del XX secolo³². In base a questa teoria, gli atomi sono costituiti da componenti chiamate particelle subatomiche, le quali però non possono essere rappresentate come entità isolate, ma devono essere definite per mezzo delle loro relazioni reciproche. Questi schemi di relazione, inoltre, non sono fissi e determinabili, ma probabili. In altre parole, non si hanno delle particelle elementari, ma probabilità di interconnessioni tra particelle che ne determinano l'esistenza stessa. Da queste teorie nasce la meccanica quantistica, la quale pone fine all'applicabilità generalizzata, più o meno forzata, dei principi della fisica meccanica a qualsiasi fenomeno studiato.

Da Newton in poi, i fisici avevano creduto che tutti i fenomeni della fisica potessero essere ridotti alle proprietà di particelle materiali rigide e solide. Negli anni Venti, la teoria dei quanti li costrinse ad ammettere che a livello subatomico gli oggetti materiali solidi della fisica classica si dissolvono in schemi ondulatori di probabilità. Schemi che, inoltre, non rappresentano probabilità di cose, ma probabilità di interconnessioni³³.

Contestualmente, i biologi organicisti, nei primi anni del Novecento, dedicandosi all'analisi della forma biologica, giunsero alla conclusione che le proprietà essenziali di un organismo sono proprietà del tutto, che nessuna delle parti le possiede, e che nascono dalle interazioni e dalle relazioni fra le parti stesse. Nel mondo biologico, inoltre, si è riscontrata la tendenza al formarsi di strutture a più livelli composte da sistemi dentro altri sistemi. Ognuno di questi forma un tutto rispetto alle sue parti, ma allo stesso tempo è anche parte di un tutto più ampio. Ad ogni livello di complessità, poi, esistono leggi di tipo diverso, con proprietà che non esistono al livello inferiore, e che vengono chiamate "proprietà emergenti" proprio perché emergono all'aumentare della complessità.

5. L'affermarsi del paradigma sistemico

La validità dell'approccio sistemico nello studio dei fenomeni complessi fu avvalorata, nel corso della seconda metà del XX secolo, da una serie di eccezionali scoperte in vari rami della scien-

za, un'affascinante avventura del sapere umano ben descritto da Fritjof Capra nel suo volume *La rete della vita*³⁴. Tali scoperte provarono scientificamente che non è possibile comprendere i sistemi complessi per mezzo dell'analisi delle loro parti, perché le proprietà dei sistemi non sono intrinseche nelle parti, ma sono caratteristiche che emergono dalle relazioni fra esse. Il sistema ha quindi delle proprietà che le singole parti non hanno. Se la fisica quantistica escludeva l'applicazione della fisica meccanica dal microcosmo sub atomico, queste nuove scoperte ne esclusero l'applicazione anche a sistemi complessi come gli organismi viventi o i sistemi sociali.

Le prime scoperte vennero dalla cibernetica, nata durante la Seconda Guerra Mondiale da un gruppo di matematici, ingegneri e studiosi di neuroscienze interessati alla creazione di macchine capaci di governarsi autonomamente. I contributi maggiori si devono a Norbert Wiener, John von Neumann, Claude Shannon e Warren McCulloch. Dalla cibernetica derivano i fondamentali concetti di *retroazione*, *autoregolazione* e infine di *auto-organizzazione*.

Mentre nella fisica meccanica si prende in considerazione solo l'azione e la reazione all'interno di un sistema, nella cibernetica s'introduce anche la retroazione. Fu Norbert Wiener a teorizzare lo schema noto come "anello di retroazione", in cui una serie di elementi sono connessi e lungo questo anello un'azione iniziale si propaga da un elemento all'altro fino a quando l'ultimo agisce sul primo che a sua volta fa ricominciare il ciclo: ecco la retroazione.

L'effetto iniziale, però, viene modificato ad ogni ciclo, determinando una variazione all'interno dell'anello di retroazione, nota come autoregolazione. Se l'effetto di un elemento del ciclo sul successivo va nella stessa direzione vi sarà un nesso positivo, in caso contrario ci sarà un nesso negativo. Ovvero se un aumento di un elemento determina un aumento anche dell'altro esiste un nesso positivo, viceversa, se uno cresce e l'altro diminuisce allora il nesso è negativo. I valori positivi e negativi non sono tanto riferiti a incremento o diminuzione di valore, quanto al «*cambiamento di direzione relativi*». Capra riporta un esempio molto semplice: la correzione della rotta di una barca. Se si verifica una deviazione

dalla rotta si dovrà compiere una correzione della direzione, questo è un nesso positivo, così facendo la deviazione diminuisce e di conseguenza anche la correzione diminuisce, i due elementi vanno ancora nello stesso verso, quindi abbiamo un altro nesso positivo. Se inseriamo un nesso negativo, ovvero aumenta la deviazione ma diminuisce la correzione, allora la barca si allontana dalla rotta. Perciò quando i nessi negativi, ovvero discordi, sono pari si avrà un anello di retroazione positivo o di rafforzamento, se sono dispari, invece, sarà negativo o di autobilanciamento. Infatti, ad ogni ciclo gli effetti prodotti tenderanno, nel caso di retroazione positiva, a potenziarsi e ad allontanarsi dal punto di partenza, mentre nel caso di retroazione negativa il sistema tenderà, compensando gli effetti dei nessi, all'auto-bilanciamento³⁵.

Anche i fenomeni sociali possono rispondere a questo schema: un esempio, come afferma Capra³⁶, è “la mano invisibile” che regola il mercato nella teoria di Adam Smith³⁷. La retroazione è l'elemento fondamentale in una struttura per giungere all'auto-organizzazione.

Il fenomeno dell'auto-organizzazione venne scoperto quando alcuni scienziati cominciarono a costruire modelli matematici per rappresentare la logica insita nelle reti neurali. Lo studioso di neuroscienze Warren McCulloch e il matematico Walter Pitts dimostrarono nel 1943³⁸ che la logica di ogni processo psicologico e comportamentale può essere trasformata in un insieme di regole legate tra loro a costituire una rete.

Negli anni Cinquanta alcuni scienziati costruirono modelli fisici di reti binarie utilizzando delle lampadine che, poste nei nodi, si accendevano e spegnevano con il passare di un impulso. Una volta azionate queste reti, indipendentemente dallo stato iniziale, dopo un certo periodo di tempo emergevano spontaneamente degli schemi ordinati di accensione e spegnimento che creavano l'effetto di flussi di luce. Questo emergere spontaneo di ordine da un sistema caotico prese il nome di auto-organizzazione³⁹.

Negli anni Settanta e Ottanta ricercatori e studiosi di diversi Paesi, applicando gli schemi della retroazione, poterono scoprire il fenomeno dell'auto-organizzazione in numerosi sistemi differenti, a scale di grandezza opposte: dal microcosmo al macrocosmo. Queste scoperte portarono alle teorie delle strutture dissipa-

tive di Ilya Prigogine, del laser di Hermann Haken, degli ipercicli di Manfred Eigen, di Gaia, il pianeta vivente, di James Lovelock e Lynn Margulis, dell'autopoiesi di Humberto Maturana e Francisco Varela.

Nel 1967 Prigogine presentò, con una comunicazione intitolata *Structure, Dissipation and Life*, la sua teoria delle strutture dissipative: strutture che grazie alla dissipazione di materia o energia possono mantenersi in uno stato di stabilità lontano dall'equilibrio. All'aumentare del flusso di risorse assorbito, queste strutture possono entrare in uno stato d'instabilità che può portarle a trasformarsi in nuove strutture dotate di maggiore complessità⁴⁰. In condizioni lontane dall'equilibrio si può avere una trasformazione che fa emergere l'ordine dal caos. Il termine dissipative sta a sottolineare il paradosso del ruolo fondamentale dei processi dissipativi nella formazione ed evoluzione di queste strutture⁴¹.

Nel 1970 Hermann Haken pubblicò la sua completa teoria non lineare del laser, in cui considera il laser come un sistema auto-organizzantesi lontano dall'equilibrio⁴². Infatti, grazie all'emissione d'energia dall'esterno, la miscela disordinata di onde luminose si coordina attraverso l'autoregolazione in un'emissione "coerente" di un singolo treno d'onda continuo e monocromatico: una luce laser.

Alla fine degli anni Sessanta Manfred Eigen applicò, invece, il concetto di auto-organizzazione per studiare i "cicli catalitici", nei quali una sostanza fungendo da catalizzatore accresce la rapidità di una reazione chimica senza subire cambiamenti nel corso del processo. Egli scoprì che, in sistemi biochimici lontani dall'equilibrio, con flusso continuo d'energia e in un arco di tempo adeguato, questi cicli catalitici finiscono con il concatenarsi per formare anelli chiusi in cui agisce la retroazione, per cui gli enzimi prodotti in un ciclo agiscono da catalizzatori nel ciclo successivo. Eigen chiamò "ipercicli" questi anelli di retroazione in cui ogni connessione è un ciclo catalitico. Queste strutture non solo sono notevolmente stabili, ma sono anche capaci di auto-riprodursi e perfino di correggere eventuali errori di riproduzione. Questa capacità potrebbe porre gli ipercicli all'origine della vita sulla Terra⁴³.

Un'importante scoperta che fa luce sul ruolo della complessità

nell'informare la realtà si deve a Humberto Maturana. Egli collaborò negli Stati Uniti con il gruppo di McCulloch e quindi partecipò alla ricerca dei ciberneticisti sulla comprensione dei processi della mente, interrogandosi su cosa rende un sistema vivente e sull'influenza dell'organizzazione sulla vita. Tornato in patria si focalizzò sull'organizzazione del vivente e sul fenomeno della percezione.

Lo studioso maturò l'ipotesi che l'"organizzazione circolare" del sistema nervoso fosse anche lo schema di base dell'organizzazione di tutti i sistemi viventi. Se l'"organizzazione del vivente" è di tipo circolare, allora i suoi componenti devono anche essere prodotti e mantenuti dall'organizzazione, quindi ogni componente è prodotto dalla rete, e opera per produrre e trasformare altri componenti mantenendo al tempo stesso la circolarità globale della rete stessa. Assieme a Francisco Varela, Maturana arrivò ad una descrizione formale e completa del concetto di organizzazione circolare definendola *autopoiesi*, che significa, dal greco, "produzione di sé"⁴⁴.

L'autopoiesi è la chiave di lettura del sistema nervoso, che è di tipo circolare e dunque chiuso, perciò la sua auto-organizzazione avviene facendo continuamente riferimento a sé stesso. Ne deriva una nuova concezione della cognizione, in un cui ogni organismo vivente vive in un mondo proprio, determinato in parte dalle proprie caratteristiche biologiche, e in parte dal proprio processo di cognizione e apprendimento. Nel giro di pochi anni, assieme al loro collega Ricardo Uribe, Maturana e Varela sviluppano un modello matematico che descrive il sistema autopoietico basilare: la cellula vivente⁴⁵.

Un'altra teoria scientifica rivoluzionaria, che avrebbe dato un fondamento scientifico ad un antico modo di concepire il mondo, fu elaborata dall'inglese James Lovelock. Quest'ultimo, partecipando ad un progetto della NASA per l'individuazione della vita su Marte, si rese conto che la caratteristica più generale di tutti gli organismi viventi è l'assorbimento di energia e materia e la produzione di scarti liberati poi nell'ambiente esterno. Facendo ricorso al concetto di autoregolazione, Lovelock presentò, ad un congresso scientifico a Princeton nel 1969, la teoria di Gaia, ovvero l'ipotesi che la Terra sia un enorme sistema complesso che

si autoregola⁴⁶.

Contemporaneamente, la microbiologa americana Lynn Margulis, autrice in seguito della teoria della coevoluzione⁴⁷, stava compiendo degli studi sui processi di produzione ed eliminazione di gas da parte di vari organismi, in particolare dei batteri.

La lunga collaborazione fra i due studiosi pose la teoria di Gaia su solide basi scientifiche⁴⁸. Questa teoria descrive come dall'interazione fra le parti viventi del pianeta – piante, microrganismi e animali – e le parti non viventi – rocce, oceani e atmosfera – si crei un gigantesco anello di retroazione, che garantisce l'autoregolazione non solo della temperatura della Terra, ma anche del clima, della salinità degli oceani e di altre importanti condizioni.

Per vincere lo scetticismo con cui fu accolta tale teoria, accusata di non essere un'ipotesi scientifica ma teleologica, perché sottendeva l'idea che i processi naturali fossero diretti da un'intenzione, Lovelock elaborò il modello matematico "Daisyworld"⁴⁹. "Il mondo delle margherite" rappresenta un sistema di Gaia semplificato, un pianeta popolato da due specie di margherite: nere e bianche. Dalle simulazioni effettuate risulta in modo chiaro e inconfutabile che la regolazione della temperatura è una proprietà emergente del sistema che nasce in modo automatico, senza perciò l'intervento di un'azione o di una forza intenzionale esterna, ma come conseguenza di anelli di retroazione fra gli organismi presenti sul pianeta e il loro ambiente. Questo modello dimostra altresì che eventuali oscillazioni di temperatura vengono smorzate e che, all'aumentare della complessità del modello, il meccanismo di autoregolazione diventa sempre più stabile: un'ulteriore indicazione su come la biodiversità sia un elemento importante.

Tutti questi sistemi di auto-organizzazione sono presenti in sistemi aperti, lontani dall'equilibrio, caratterizzati da anelli di retroazione interni che determinano la comparsa spontanea di nuove strutture via via più complesse e di nuove forme di comportamento, che possono essere descritti solo con la matematica dei sistemi dinamici attraverso equazioni non lineari⁵⁰.

L'approccio sistemico, che a fine Ottocento era quasi scomparso dalla scienza pura perché non vi erano tecniche matemati-

che adatte a rappresentare la complessità degli esseri viventi, ha potuto riprendere vigore nel XX secolo e diffondersi anche grazie alla nascita di una nuova branca della matematica, che è andata di pari passo con la nascita e l'evoluzione dei calcolatori automatici e dei computer⁵¹. Questa nuova matematica, chiamata “della complessità” o, con un termine più tecnico, “teoria dei sistemi dinamici”, è qualitativa piuttosto che quantitativa, perché si basa sulle relazioni e sulle configurazioni.

Legata alla matematica della complessità vi è la geometria frattale, ottenuta dalla rappresentazione grafica dello sviluppo di equazioni non lineari, che porta a disegnare forme, a volte di sorprendente bellezza, all'interno delle quali si può scorgere un universo di altre forme che spesso riproducono la stessa forma finale in cui sono contenute, così come le scienze della vita hanno scoperto strutture a più livelli di sistemi dentro altri sistemi.

6. Una nuova base epistemologica per la scienza economica

La scienza economica, pur dovendo analizzare sistemi complessi come quello economico e sociale, non ha però colto l'opportunità, o la doverosità, di accogliere le implicazioni della teoria delle strutture dissipative, e più in generale dell'approccio sistemico. Se qualcosa è stato accolto, è solo la possibilità per una struttura complessa di vivere e di progredire grazie all'acquisizione di un maggior flusso di risorse. Questo ha alimentato ulteriormente il mito della crescita infinita basata sul sempre maggior utilizzo di materia ed energia. Per Georgescu-Roegen, l'economia è l'esempio più lampante di «pigrizia epistemologica»⁵². Egli fu il primo ad affermare i limiti dell'applicazione dei modelli matematici lineari, affermando che linearizzare i fenomeni equivaleva a eliminare quel residuo qualitativo in cui si nasconde spesso l'essenza stessa della realtà⁵³.

L'Autore, nelle sue ricerche interdisciplinari, finì con l'abbandonare una visione analitica per assumere, in modo implicito, una visione sistemica, ravvisando come il sistema economico sia, a tutti gli effetti, una struttura dissipativa che vive e si evolve assorbendo materia ed energia, ma mette in guardia anche

sul fatto che vada ad inserirsi in un contesto di riferimento al quale questo schema non può essere applicato.

Il sistema economico, infatti, è aperto, perché scambia materia ed energia, ma è inserito in un sistema chiuso, poiché il nostro pianeta può ricevere dall'esterno solo energia sotto forma di irradiazione solare. L'uomo ha deciso di basare il suo sviluppo sulle energie fossili e sulle materie minerali – che rappresentano una forma di bassa entropia per via del loro elevato “ordine” – presenti in uno stock finito che si deteriora nell'utilizzo, facendo aumentare l'entropia totale del “sistema Terra”. Perciò, per il sistema economico attuale, il nostro pianeta è un sistema isolato in cui agisce l'entropia, e dove l'energia e la materia vengono degradate in modo irrevocabile, con una forte accelerazione dovuta all'attività umana.

Per mantenere in vita il più a lungo il sistema economico, e quindi anche la nostra società, l'uomo deve smettere di sprecare le risorse a disposizione, e sviluppare nuove forme produttive e nuove tecnologie puntando soprattutto sull'uso diretto o indiretto dell'energia solare e sul risparmio energetico e materiale.

Per l'Autore, poi, era importante una visione planetaria dello sviluppo che coinvolgesse tutti i Paesi, sia del Nord che del Sud del mondo, e che tenesse conto della complessità dei diversi contesti, per far leva sulle varie specificità socio-culturali al fine di sviluppare l'economia, e non sviluppare l'economia al costo della distruzione di queste.

Georgescu-Roegen rifiutava l'idea di un sistema economico finalizzato al solo prelievo di energia e materia dall'esterno, con conseguente distruzione di bassa entropia, per creare prodotti che prima o poi diventeranno scarti rigettati nell'ambiente. Per l'Autore il vero fine ultimo del processo economico è il raggiungimento del «godimento della vita»⁵⁴.

7. Piano del lavoro: l'evoluzione del pensiero roegeniano

Ma com'è giunto Georgescu-Roegen a queste conclusioni? In questo lavoro si cercherà di dimostrare come vi fu un'evoluzione graduale del pensiero dell'Autore, non una sostituzione dell'ap-

proccio economico neoclassico con quello bioeconomico avulso dal primo. L'approccio bioeconomico nasce, infatti, dai limiti della teoria economica neoclassica per rispondere agli interrogativi che questa lascia aperti.

Nel primo capitolo si riportano i contributi iniziali di Georgescu-Roegen alla teoria economica neoclassica, in particolare alle teorie dell'utilità e del comportamento del consumatore. Contributi di notevole importanza per la creazione dell'edificio teorico dell'economia neoclassica, ma che porteranno l'Autore alla consapevolezza dei limiti e degli errori derivanti dall'epistemologia stessa su cui l'economia si basa.

La consapevolezza dei limiti dell'approccio economico neoclassico imperante porterà lo scienziato rumeno ad una profonda riflessione sull'epistemologia della scienza economica e lo spingerà ad iniziare un lungo cammino di ricerca per trovare un approccio alternativo, più aderente alla realtà.

Nel secondo capitolo si vedrà come Egli giunse ad allargare la base epistemologica dell'economia, introducendo una visione evolutiva e affiancando all'analisi matematica e ai concetti aritmomorfici i concetti dialettici.

Questo non vuol dire, come ha grossolanamente affermato qualcuno, che Georgescu-Roegen abbia rigettato l'uso della modellizzazione matematica. Egli, infatti, ne fa ricorso in tutta la sua opera, arrivando anche a proporre un'equazione generale legata al godimento della vita. Ciò che l'Autore affermò, è che vi sono dei limiti all'uso di questo strumento. La fisica meccanica può ben descrivere il moto dei pianeti o dei corpi macroscopici in movimento, facendo uso di equazioni lineari, ma non può descrivere né l'attività molecolare subatomica, né i sistemi complessi. Allo stesso modo, la matematica lineare può descrivere con grande precisione alcuni fenomeni o comportamenti economici, ma non può fornire nessun modello di rappresentazione esaustivo generale e dinamico, né del sistema economico nel suo insieme e né dei singoli soggetti coinvolti.

In altre parole l'armamentario matematico attuale degli economisti è necessario per indagare la realtà, ma non può sostituirsi ad essa. I risultati ottenuti devono sempre essere inseriti e analizzati in un contesto di indagine più ampio, in cui le valutazioni

quantitative lasciano il passo a valutazioni qualitative.

Un fenomeno in evoluzione è un fenomeno che cambia in modo irreversibile. Nella scienza occidentale, dominata dalla fisica meccanica, è stata la termodinamica ad introdurre l'irreversibilità dei fenomeni. Con la seconda legge della termodinamica, chiamata legge di entropia, si assume, infatti, l'esistenza di una degradazione irrevocabile dell'energia.

Sulla legge dell'entropia, e sulla sua importanza per l'economia, si concentrarono gli studi e le riflessioni dell'Autore riportate nel terzo capitolo, studi che lo porteranno ad elaborare la sua «Quarta legge della termodinamica»⁵⁵. La seconda legge della termodinamica sancisce la degradazione irreversibile dell'energia da forme utilizzabili a forme inutilizzabili. L'Autore sostiene che lo stesso vale anche per la materia, la quale già si degrada irrevocabilmente nei processi naturali, e di cui l'attività umana determina uno spreco enorme e spesso irresponsabile.

In questo contesto Georgescu-Roegen elabora il modello Fondi-Flussi, di cui si propone una rappresentazione schematica, e con il quale l'Autore dimostra che non vi è sostituibilità, ma complementarità, tra le risorse naturali e il capitale manufatto. Dimostra, altresì, che il processo economico non è un processo circolare chiuso, ma aperto, che assorbe dall'esterno risorse e rigetta scarti, andando così a modificare la biosfera.

In base a questa convinzione, come si vedrà nel quarto capitolo, il Nostro metterà a nudo quelli che chiama i «miti economici»: credenze derivanti dall'approccio meccanicistico che portano, tra l'altro, ad assumere le risorse e la crescita come potenzialmente infinita, con grave danno per l'ambiente e pregiudizio per lo sviluppo futuro.

L'approccio di Georgescu-Roegen, pur portandolo in netto contrasto con molti colleghi e scienziati⁵⁶, prevalentemente sul piano teorico, gli permise di lasciare un segno profondo nello studio delle problematiche relative al rapporto Uomo-Natura e alla scarsità delle risorse. Le conclusioni a cui approda il Nostro impongono un ripensamento non solo dei processi produttivi, ma di tutta l'economia. Quest'ultima dovrebbe, dopo secoli, non più essere tesa alla massimizzazione e alla crescita ma alla decrescita⁵⁷.

Georgescu-Roegen viene perciò considerato uno dei teorici della decrescita. Il suo auspicare la decrescita in un momento in cui, ancor più di oggi, si era convinti che l'unica via al benessere era la crescita quantitativa, fu il vero motivo di rottura tra l'Autore e la comunità degli economisti americani⁵⁸.

La sua posizione lo porta a prendere le distanze dallo sviluppo sostenibile, considerato non solo inadeguato a risolvere i problemi ambientali e di sviluppo di lungo periodo, ma potenzialmente dannoso, perché si basa sulla stessa impostazione economica "standard" che ha causato le attuali situazioni critiche.

L'Autore rifiuta inoltre, anche la tesi dello stato stazionario, sostenuta con forza da molti economisti, tra cui Herman Daly, uno dei maggior economista ambientale vivente, allievo dello stesso Georgescu-Roegen. Daly forse ha visto nello stato stazionario il modo migliore per introdurre le considerazioni del maestro in un sistema economico e politico che non vuol nemmeno sentire nominare la parola decrescita⁵⁹.

L'importanza del contributo di Georgescu-Roegen, nonostante sia da qualcuno osteggiato, da molti evitato, e dai più riconosciuto ma poi accantonato perché scomodo, rimane comunque, a mio avviso, cruciale. Si potrebbe quasi paragonare il pensiero del Nostro alla voce della coscienza dell'economia, che, pur sapendo di sbagliare, continua imperterrita sulla propria strada per ottenere benefici immediati e per pochi, senza curarsi di ciò che accadrà in futuro.

Georgescu-Roegen, come si riporta nel quinto capitolo, pone l'uso della bassa entropia, intesa come energia e materia utilizzabile, alla base della particolare evoluzione umana, che ha determinato conflittualità sociale e un rapporto critico tra l'attività economica e la biosfera. L'Autore comprende che lo studio dell'utilizzo delle risorse, energetiche e materiali, ai fini della sopravvivenza e dello sviluppo dell'uomo, non è un problema solo economico o solo biologico, ma bioeconomico⁶⁰.

La bioeconomia si pone quindi come obiettivo lo studio della scarsità delle risorse terrestri e l'impiego delle fonti di energia, al fine di impostare il processo economico in un modo che consenta all'uomo uno stile di vita compatibile con la sopravvivenza duratura della specie.

Da un'analisi precipuamente fisica e materiale dell'economia basata sull'entropia, l'Autore giunge, infine, ad un risultato che si sviluppa in una dimensione immateriale, indispensabile al raggiungimento del benessere umano. Per Georgescu-Roegen, il vero prodotto del processo economico è il flusso immateriale del "godimento della vita", sull'analisi del quale si concentra il sesto capitolo. Egli troverà così anche una risposta alternativa ai problemi legati alla ricerca del fondamento dell'utilità, e quindi all'interpretazione del comportamento del consumatore e alla corretta definizione del valore economico.

Al termine del presente lavoro, nelle conclusioni, dopo aver ripercorso il pensiero di questo grande economista e scienziato, s'impone una riflessione su come il godimento della vita s'inserisca in modo significativo nell'attuale discussione del paradosso della felicità delle società industrializzate e ricche, che al crescere del loro benessere, inteso come quantità di risorse monetarie, beni e servizi, si sentono meno felici. Un paradosso che si può spiegare facendo riferimento al progressivo ridursi della dimensione umana ad opera della pressione del sistema economico e del consumismo.

In nome della crescita economica, ritenuta in grado di dare da sola la felicità, si va sacrificando la crescita culturale, sociale e spirituale. Bisogna riappropriarsi del proprio tempo, aumentare e mettere in grado ogni individuo di sfruttare al meglio il proprio tempo libero⁶¹. L'Autore afferma che ci si deve liberare di quella che chiama "la circumdrome del rasoio", «che consiste nel radersi più in fretta per poi avere più tempo per lavorare a una macchina che rada ancora più in fretta, e così via, *ad infinitum*»⁶². E aggiunge: «Dobbiamo renderci conto che un prerequisito importante per una buona vita è una quantità considerevole di tempo libero trascorso in modo intelligente»⁶³.

8. Considerazioni e finalità

Decrescita produttiva quantitativa, riduzione degli sprechi, crescita della qualità di vita, crescita demografica in equilibrio con l'ambiente, redistribuzione internazionale della ricchezza,

centralità dell'uomo nel processo economico e sociale: ecco alcuni punti cardine del pensiero di Georgescu-Roegen per assicurare alla specie umana un futuro lungo e prospero⁶⁴. Affermazioni che oggi giorno a molti possono sembrare banali, ma se lo sono lo si deve a chi, come il Nostro, le ha elaborate decenni fa. Affermazioni che sono le conclusioni di un lungo percorso di studi, intuizioni, ricerche e riflessioni sostenute da una grande intelligenza, ma soprattutto da una grande passione e da una incrollabile volontà di contribuire alla comprensione della realtà in cui viviamo, al fine di correggere gli errori fatti finora e di preparare un futuro migliore alle generazioni che verranno.

Un percorso che spesso viene separato dagli studiosi in due periodi ben distinti. Da una parte il periodo iniziale della carriera, con i lavori sull'utilità e sul comportamento del consumatore, contributi innovativi ma pur sempre rientranti nell'economia standard. Dall'altra il periodo dei contributi "rivoluzionari", con l'allargamento epistemologico e l'introduzione della biologia e dell'entropia in economia, che portarono alla nascita della bioeconomia. Pur rappresentando due momenti diversi e due approcci distinti, non si deve dimenticare che senza i notevoli contributi dell'Autore alla teoria economica standard, non sarebbe maturata in lui la critica che lo porterà poi a quelle geniali intuizioni e a quelle conclusioni che lo hanno consegnato alla storia. Un aspetto di continuità che non viene richiamato con adeguata enfasi⁶⁵.

L'intento del presente lavoro è quello di analizzare l'evolversi del pensiero roegeniano, tenendo ben presente il collegamento tra le varie fasi: dai contributi alla teoria del consumatore alla critica dell'utilità, dall'introduzione dei concetti dialettici all'allargamento epistemologico della scienza economica, dall'analisi dell'evoluzione biologica umana e delle tensioni sociali che ne derivano all'assunzione dell'entropia come base scientifica per l'analisi economica, dall'uso delle risorse materiali ed energetiche all'individuazione del "godimento della vita" come fine ultimo del processo economico e dell'agire umano.

Il presente volume si propone come un utile strumento per la conoscenza dell'opera di Georgescu-Roegen, che, senza la presunzione di voler essere esaustivo, si spera risulti capace di sintetizzare in modo fluido e coerente le varie fasi dell'evoluzione del

pensiero dell'Autore, dalla nascita dei concetti fondamentali fino alle conclusioni a cui giunge. Conclusioni che possono ancor oggi, anzi, soprattutto oggi, essere da guida o almeno d'ispirazione e di riflessione, per un nuovo modo di pensare al nostro modo di vivere e al nostro futuro.

Stefano Zamberlan

*Università degli Studi di Verona,
13 Giugno 2007*

NOTE

¹ Ho conosciuto l'opera di Nicholas Georgescu-Roegen durante i miei studi post laurea sull'economia dell'ambiente e dello sviluppo. In seguito ho potuto approfondire il suo pensiero grazie al primo dottorato di ricerca in Bioeconomia, presso l'Università degli Studi di Verona. La mia tesi di dottorato rappresentava una sintesi dei principali contributi roegeniani, che ho ripreso singolarmente e analizzato più ampiamente in alcuni saggi pubblicati tra il 2005 e il 2007. Questi lavori sono confluiti, rielaborati, ampliati, arricchiti di note e integrati tra loro, nel presente lavoro, che si propone come una nuova sintesi volta a favorire la conoscenza del percorso scientifico di Georgescu-Roegen, evidenziandone l'unitarietà e l'eccezionalità.

² Herman Daly, principale esponente della scuola dell'*Economical Ecology* ed ex-allievo di Georgescu-Roegen – con il quale entrò poi in aspra polemica per la diversa posizione sulla teoria dello stato stazionario – dirà di lui in un saggio commemorativo che «offrì all'economia numerosi e diversi contributi, che possono tuttavia essere schematicamente raggruppati nelle due categorie rese celebri dal filosofo Thomas Khun: scienza normale e scienza rivoluzionaria». Daly fa poi notare, però, come i contributi dell'Autore alla scienza normale – sul comportamento e le scelte del consumatore, sull'analisi input-output e sullo sviluppo economico – erano comunque innovativi per gli anni in cui furono scritti. H. Daly, *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*, Edizioni di Comunità, Torino 2001, pp. 261-262.

³ Paul A. Samuelson ha definito il nostro Autore “lo studioso degli studiosi, l'economista degli economisti”, asserendo che un articolo di Georgescu-Roegen mantiene sempre ad ogni rilettura nuovi spunti su cui riflettere, P.A. Samuelson, *Foreword*, in N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics, Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge 1966, p. VII.

«Kenneth Boulding [...] scrive di non conoscere nessuno nella comunità degli studiosi, che raggiunga il suo livello di competenza e creatività sia nelle scienze fisiche che in quelle sociali; gli economisti americani nel nominarlo “distinguished fellow” della loro Associazione, lo hanno chiamato “vero uomo del Rinascimento”», G. Beccatini, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Analisi economica e processo economico*, p. XIV.

J. Rifkin, nella dedica del suo libro *Entropia*, in cui riprende la visione di Georgescu-Roegen per rileggere lo sviluppo economico e la situazione mondiale attuale e le prospettive preoccupanti, definisce lo

studioso rumeno «*maestro e profeta*». J. Rifkin, Baldini e Castoldi, Milano 2000.

Per un elenco dei riconoscimenti ricevuti da Georgescu-Roegen si veda G.C. Dragàn, M.C. Demetrescu, *Entropia e bioeconomia*, Nagard, Milano 1996, pp. 9-11.

⁴ S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 9.

⁵ H. Daly si lamenterà scrivendo (*Oltre la crescita*, p. 262): «Alla sfida da lui lanciata non si è risposto con confutazioni ragionate, ma soltanto con il silenzio, o al più con il laconico commento che i suoi lavori “non sono vera economia”».

⁶ Per una sintetica biografia di N. Georgescu-Roegen si veda S. Zamagni, *Georgescu-Roegen – I fondamenti della teoria del consumatore*, Etas Libri, Milano 1979, pp. 233-244; M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, Carocci, Roma 2001, pp. 17-36; G.C. Dragàn, M.C. Demetrescu, *Entropia e bioeconomia*, Nagard, Milano 1996, pp. 9-11; G. Nebbia, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1998, pp. 7-9.

⁷ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behavior*, in “Quarterly Journal of Economics”, L 1936, pp. 545-593, ristampato in *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 1966, pp. 133-170.

⁸ «Nel suo libro *Business Cycles* (Ciclo degli affari), Joseph Schumpeter, uno degli economisti più prestigiosi del nostro secolo, fa ricorso ai metodi statistici di Georgescu-Roegen, mentre, nella sua grande *History of Economic Analysis* (Storia dell'analisi economica), mette in evidenza uno dei fondamentali contributi dello scienziato rumeno alla teoria del consumo (*The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, La teoria pura del consumatore, 1936)», G.C. Dragàn, M.C. Demetrescu, *Entropia e bioeconomia*, p. 20.

Tra alcuni dei saggi più importanti ricordiamo sull'utilità: *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Law* (1950); *Choice, Expectations and Measurability* (1954); *Choice and Revealed Preference* (1954); *Threshold in Choice and the Theory of Demand* (1958); *The Nature of Expectation and Uncertainty* (1958). Sulla produzione: *Fixed Coefficients of Production and the Marginal Productivity Theory* (1935); *Relaxation Phenomena in Linear Dynamic Models* (1951); *Some Properties of a Generalized Leontief Model* (1951); *Limitationality, Limitativeness, and Economic Equilibrium* (1955). Questi saggi sono stati raccolti in *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1966, pp. 171-358; nello

stesso volume ricordiamo anche *Mathematical Proofs of the Break-down of Capitalism* (1960), pp. 398-415.

⁹ N. Georgescu-Roegen, *Economic Theory and Agrarian Economics* in Id., *Analytical Economics*, traduzione italiana *Teoria economica ed economia agraria*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973.

¹⁰ N. Georgescu-Roegen, *Process in farming versus Process in Manufacturing: a Problem of Balance Development*, in U. Papi e C. Nunn (a cura di), "Economic Problem of Agriculture in Industrial Societies", Atti della Conferenza dell'International Economic Association tenutasi a Roma, settembre 1965, Macmillan, Londra e St. Martin, New York 1969, pp. 497-528. Trad. it., Id. *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo bilanciato*, in *Energia e miti economici*, pp. 162-198.

Questo lavoro si lega ad un altro saggio dell'Autore presentato precedentemente nello stesso anno: Id., *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*, in C.R. Wharton jr (a cura di), *Subsistence Agriculture and Economic Development*, Atti del convegno "Subsistence and Peasant Agriculture", Honolulu, marzo 1965, Aldine, Chicago 1969, pp. 61-93; ristampato in *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press., New York 1976; trad. it. *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, in *Energia e miti economici*, pp. 199-260.

¹¹ N. Georgescu-Roegen, *Teoria economica ed economia agraria*, in *Analisi economica e processo economico*, p. 160.

¹² *Ivi*, pp. 161, 162; l'Autore scrive che «la teoria *standard* descrive il processo economico di una società in cui l'individuo si comporta secondo *motivazioni* strettamente edonistiche, l'imprenditore cerca di massimizzare il suo profitto monetario, e ogni bene può essere scambiato sul mercato a prezzi uniformi e non altrimenti. D'altra parte, la teoria marxista si riferisce ad un'economia caratterizzata dal monopolio dei mezzi di produzione, da imprenditori accumulatori di denaro, mercati con prezzi uniformi per tutti i beni, e completa indipendenza dei fattori economici da quelli demografici. Considerate come astrazioni a diverso livello, entrambe queste basi assiomatiche rappresentano indubbiamente i tratti più caratteristici del sistema capitalistico. Inoltre, esse, lungi dall'essere contraddittorie, sono complementari nel senso del Principio di Complementarietà di Bohr».

¹³ N. Georgescu-Roegen, *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, p. 252.

¹⁴ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale*, in *Energia e miti economici*, pp. 176-180.

¹⁵ *Ivi*, pp. 190-191.

¹⁶ S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, pp. 10-11. Sull'influenza di Schumpeter sul Nostro si veda in particolare a p. 10 la nota 2.

¹⁷ N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 3-129.

¹⁸ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971.

¹⁹ G. Nebbia divide il lavoro dell'Autore in due parti: «I contributi scientifici del periodo americano di Georgescu-Roegen si possono dividere in due parti: quelli di economia, di economia della produzione e di economia agraria, apparsi fino al 1970 e quelli, dopo il 1970, che portarono a far scoprire il loro autore al grande pubblico, almeno nell'ambito del dibattito sull'«ecologia»». G. Nebbia, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*.

²⁰ N. Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, New York 1976, pp. 3-146.

²¹ Per una bibliografia completa delle opere di Georgescu-Roegen segnaliamo M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, pp. 189-203.

²² M. Bonaiuti, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. Bonaiuti), Boringhieri, Torino 2003, p. 7.

²³ Nebbia afferma addirittura che i contributi scientifici dell'Autore «ne fecero il padre di quella che sarebbe diventata una disciplina, o forse una visione del mondo, l'«economia ecologica» e la «bioeconomia»». G. Nebbia, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*.

²⁴ A metà del Settecento muove i primi passi quella che diventerà l'Analisi armonica, con la quale si cerca di decomporre una funzione nella somma di funzioni trigonometriche semplici quali *seno* e *coseno*. Questo permette l'analisi di molti fenomeni fisici di natura ondulatoria. Jean-Baptiste-Joseph Fourier ha applicato queste serie trigonometriche allo studio del calore.

Nel 1807, Fourier all'Académie des Sciences di Parigi, analizzando il problema della conduzione di calore in un anello chiuso, affermò che ogni funzione periodica può essere rappresentata come una somma infinita di funzioni periodiche semplici, seno e coseno appunto. Tale teoria fu respinta da alcuni degli uomini di scienza più importanti del tempo: Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon Laplace, Jean-Baptiste Biot,

Denis Poisson e Leonardo Eulero. Egli inviò la sua memoria intitolata *La Théorie analytique de la chaleur* all'Istituto di Francia perché fosse pubblicata, ma non venne accettata. Nel 1810, la ripresentò ampliata in occasione del Gran Premio per la Matematica bandito dallo stesso Istituto. Premio che gli venne assegnato per la “novità e importanza dell'argomento”, ma la sua opera non venne pubblicata a causa delle critiche precedentemente mosse, in particolare da Lagrange, che additava alcune lacune nella “generalità” e nel “rigore”. Nel 1822, finalmente, Fourier riuscì a pubblicare l'esito dei suoi lavori in quella che diventerà la sua opera più famosa: *Theorie analytique de la chaleur*, Père et Fils, Chez Firmin Didot, Parigi 1822.

²⁵ S. Carnot, *Sadi Carnot Réflexions sur la puissance motrice du feu sur les machinés propre à développer cette puissance*, a cura di A. Frajese, UTET, Milano, 1974. Traduzioni italiane: S. Carnot, *La potenza motrice del fuoco – L'opera di Sadi Carnot fondatore della termodinamica versione italiana e guida didattica*, a cura di B. Jannamorelli, Enea, Roma 1988; S. Carnot, *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, Bollati Boringhieri, Torino 1992; Id., *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, a cura di B. Jannamorelli, CUEN, Napoli 1996.

²⁶ Rudolf Clausius scrisse nel 1850 la sua opera fondamentale *Sulla forza motrice del calore e sulle leggi del calore che possono esserne tratte*, R. Clausius, *Über die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, die sich daraus für die Wärmetheorie selbst ableiten lassen*, Annalen Phys. Chem., vol. 155, 1850, pp. 368-397, 500-524. Traduzione in inglese in E. Mendoza, *Reflections on the Motive Power of Heat Engines*, Dover e New York 1960; cfr. anche R. Clausius, *Reflection on the Motive Power of Fire (and other papers translated into English)*, a cura di E. Mendoza, Peter Smith, Gloucester Manchester 1977.

²⁷ R. Clausius, *Ueber einige Stellen der Schrift von Helmholtz über die Erhaltung der Kraft*, «Pogg. Ann.», 89 1853, pp. 568-579.

²⁸ L'opera del 1864 di Rudolf Clausius è *Trattato sulla teoria meccanica del calore, Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie*, I-II ed., Braunschweig 1864-1867.

²⁹ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, “Economia e Ambiente”, n. 1, 1984, p. 7.

³⁰ *Ivi*, p. 8. Cfr. Id., *Analisi energetica e valutazione economica*, in *Energia e miti economici*, p. 106.

³¹ Il termine ecologia fu coniato dal biologo tedesco Ernst Haeckel nel 1866, mentre per quanto riguarda la psicologia della *Gestalt*, ovvero la *psicologia della forma*, fu il fisico e filosofo austriaco Ernst Mach ad usare per la prima volta la parola *Gestalt* come termine tecnico nel

1865, mentre i lavori fondamentali di tale disciplina furono pubblicati tra gli anni Venti e gli anni Trenta dagli psicologi tedeschi Kurt Koffka, Wolfgang Köhler e dal psicologo ceco Max Wertheimer.

³² Per una trattazione più approfondita del mutamento di paradigma scientifico e delle scoperte scientifiche legate all'approccio sistemico si veda l'importante volume divulgativo di Fritjof Capra, *La rete della vita*, Rizzoli, Milano 1997.

³³ Sulle implicazioni epistemologiche di queste scoperte cfr. W. Heisenberg, *Oltre le frontiere della scienza*, Editori Riuniti, Roma 1984; Id., *Natura e fisica moderna*, Garzanti, Milano 1985.

³⁴ Si veda la nota 31.

³⁵ F. Capra, *La rete della vita*, pp. 69-75.

³⁶ *Ivi*, p. 76.

³⁷ Cfr. A. Smith, *Teoria dei sentimenti morali*, Rizzoli, Milano 2001, pp. 375-376; Id., *Indagine sulla natura e le cause della ricchezza delle nazioni*, Mondadori, Milano 1977, Libro IV, Cap. II, pp. 442-444.

³⁸ W. McCulloch, W. Pitts, *A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity*, "Bulletin of Mathematical Biophysics", 1943 5, pp. 115-133.

³⁹ F. Capra, *La rete della vita*, p. 98.

⁴⁰ I. Prigogine da tempo si dedicava allo studio dell'entropia, come dimostra il suo volume *Thermodynamics of Irreversible Processes*, John Wiley and Sons, New York 1961. Nel 1967 arriva a formulare la sua teoria delle strutture dissipative con il saggio *Dissipative Structure in Chemical System*, apparso nel volume collettaneo *Fast Reaction and Primary Process in Chemical Kinetics*, a cura di Stig Claesson, Interscience, New York 1967. Nel 1971, insieme a Paul Glansdorff, approfondisce e spiega questa impostazione nel libro *Structure, Stabilité et Fluctuations*, Masson et Cie, Parigi 1971; traduzione inglese *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*, Wiley, New York 1971. Il libro più famoso in cui l'autore espone anche le implicazioni per la società umana dell'avvicinarsi alla comprensione della complessità e del caos è Ilya Prigogine, Isabelle Stengers, *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Parigi 1979. Questo libro in sede di traduzione ha subito diverse modifiche di linguaggio e di contenuto, traduzione italiana *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino 1981; trad. inglese *Order out of Chaos - Man's new dialogue with nature*, Bantam, New York 1984.

⁴¹ I. Prigogine, I. Stengers, *La nuova alleanza*, p. 148.

⁴² H. Haken, *Laser Theory*, Vol. XXXV/2C. *Encyclopedia of Physics*, Springer 1970. Ristampato in Id., *Laser Theory*, Springer, Berlino 1984.

⁴³ M. Eigen, *Molecular Self-Organization and the Early Stages of Evolution*, "Quarterly Reviews of Biophysics", 4 (2-3), 1971, pp. 149-212.

⁴⁴ H. Maturana, F. Varela, *Autopoiesis and cognition. The Realization of the Living*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland 1980 (trad. it. *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia 1985). Si veda anche H. Maturana, F. Varela, *The Tree of Knowledge. A new look at the biological roots of human understanding*, Shambhala – New Science Library, Boston – London 1987; trad. it. *L'albero della conoscenza*, Garzanti, Milano 1987.

⁴⁵ F. Varela, H. Maturana, R. Uribe, *Autopoiesis: the Organization of Living System, its Characterization and a Model*, "BioSystem, n. 5, 1974, pp. 187-196; trad. it. F. Varela, H. Maturana, R. Uribe, *Autopoiesi: una caratterizzazione ed un modello dell'organizzazione dei sistemi viventi*, in "La Nuova Critica", n. 64, 1982.

⁴⁶ Cfr. J.E. Lovelock, *A physical basis for life detection experiments*, "Nature", 207 (7), 1962, pp. 568-570; Id., *Gaia as Seen through the Atmosphere*, "Atmospheric Environment", vol. 6, 1972, pp. 579-580.

⁴⁷ L. Margulis, S. Dorion, *Microcosmos*, Summit, New York 1986; trad. it. *Microcosmo*, Mondadori, Milano 1989.

⁴⁸ J.E. Lovelock, L. Margulis, *Biological Modulation of the Earth's Atmosphere*, "Icarus", vol. 21, 1974. Da ricordare come i due riuscirono a pubblicare l'articolo solo dopo diversi rifiuti da parte di riviste scientifiche. A questo articolo seguì il saggio Id., *Atmospheric homeostasis by and for the biosphere - The Gaia hypothesis*, "Tellus" 26 (1) 1974, pp. 2-10. In seguito fu dato alle stampe il volume, destinato a divenire famoso in tutto il mondo, J.E. Lovelock, L. Margulis, *Gaia: A new look at life on Earth*, Oxford University Press, New York 1982; trad. it. Id., *Gaia. Nuove idee sull'ecologia*, Boringhieri, Torino 1981.

⁴⁹ J.E. Lovelock, A.J. Watson, *Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld*, "Tellus", 35B 1983, pp. 286-289. Cfr. J.E. Lovelock, *Healing Gaia*, Harmony Books, New York 1991.

⁵⁰ F. Capra, *La rete della vita*, p. 100.

⁵¹ *Ibid.*, p. 93.

⁵² N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 21.

⁵³ *Ivi*, pp. 55-63, *passim*.

⁵⁴ Il primo riferimento al godimento della vita si trova in N. Georgescu-Roegen, *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, p. 252. Viene poi approfondito in N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e proces-*

so economico, p. 118; (Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1966, pp. 97-98); Id., *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, p. 271; (Id., *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 282); Id., *Energia e miti economici*, p.32; (Id., *Energy and Economic Myths*, in *Energy and Economic Myths*, Oxford University Press, Londra 1976, p. 9).

⁵⁵ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, p. 13.

⁵⁶ Georgescu-Roegen con l'acuirsi del conflitto scientifico con la comunità degli economisti americani finì con il rassegnare le dimissioni dall'American Economic Association.

⁵⁷ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, F. Angeli, Milano 2003, p. 115.

⁵⁸ Negli anni Novanta Georgescu-Roegen rassegnò le dimissioni dall'American Economic Association.

⁵⁹ M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, p. 51 e p. 53.

⁶⁰ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 59.

⁶¹ L'importanza che Georgescu-Roegen attribuiva al tempo libero quale *summum bonum* economico per i lavoratori nel lungo periodo è già presente nel saggio *Economic Theory and Agrarian Economics*, pp. 179, 180, 192.

⁶² N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 75.

⁶³ *Ibidem*.

⁶⁴ *Ivi*, p. 74-75.

⁶⁵ Forse viene posto scarso accento su questa continuità per non richiamare l'estrema fragilità della teoria del comportamento del consumatore, che l'Autore ha saputo dimostrare, mettendo così in discussione le basi della teoria economica neoclassica.

CAPITOLO I

LA CRITICA ALLE TEORIE DELL'UTILITÀ E DEL COMPORTAMENTO DEL CONSUMATORE

1. La critica al concetto di utilità

L'interesse di Georgescu-Roegen per il concetto di valore e per la teoria della domanda risale agli inizi della sua attività scientifica. Infatti, il primo saggio che lo rese noto a livello internazionale fu *The Pure Theory of Consumer's Behavior*, datato 1936¹.

Dopo il periodo rumeno, l'Autore, rifugiatosi in America, riprenderà i suoi studi sui fenomeni del mercato. Nel saggio *Economic Theory and Agrarian Economics*, scritto nel 1948, ricorda come ciò che una teoria ci mostra della realtà analizzata dipenda dalle sue stesse basi assiomatiche. Con riferimento alla scienza economica afferma che «la teoria *standard* descrive il processo economico di una società in cui l'individuo si comporta secondo motivazioni *strettamente* edonistiche, l'imprenditore cerca di massimizzare il suo profitto monetario, e ogni bene può essere scambiato sul mercato a prezzi uniformi e non altrimenti»².

Con gli articoli *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*³, del 1950, e *Choice, Expectations and Measurability*⁴, del 1954, Georgescu-Roegen riesce a mettere in evidenza i problemi che causano l'estrema fragilità degli assiomi fondamentali della teoria del comportamento del consumatore, sui quali si basa di conseguenza anche l'intera teoria economica neoclassica⁵. L'Autore si mette alla ricerca di un approccio alternativo che si può già trovare in *Choice and Revealed Preference*⁶, sempre del 1954. Georgescu-Roegen ritorna su questi argomenti e approfondisce l'analisi sui limiti degli strumenti neoclassici usati per studiare la domanda con due lavori che saranno pubblicati nel

1958: *Threshold in Choice and the Theory of Demand*⁷ e *The Nature of Expectation and Uncertainty*⁸, inseriti con gli altri saggi citati nel volume *Analytical Economics, Issues and Problems*, edito nel 1966⁹. Inoltre, riprende e amplia l'analisi del diverso approccio proposto, chiamato *directional choice*, nel saggio *Vilfredo Pareto and His Theory of Ophelimity*, del 1973, contenuto nel volume *Energy and Economic Myths*¹⁰.

I punti di partenza della sua critica sono la teoria dell'utilità e i postulati su cui si basa, e l'assunzione dell'utilità stessa, così come oggi viene intesa, a fondamento sia del valore economico e sia della teoria del comportamento del consumatore.

Una delle critiche più importanti al concetto di utilità mosse dall'Autore riguarda il suo significato vago¹¹. Dagli antichi filosofi greci deriva l'idea che a formare il valore economico di un bene concorrono due elementi: l'oggettiva qualità intrinseca e la soggettiva valutazione umana, anche se, per l'Autore, lo stesso Aristotele diede risposte evasive sull'argomento¹². Questa impostazione fu ripresa e adattata dalla Scolastica, in base ai principi di giusta remunerazione e giusto scambio, la posizione finale si può trovare espressa nelle parole di Sant'Antonio, per il quale il valore di un bene dipendeva dalla sua qualità in relazione ad altri beni simili, dalla scarsità e dalla *complacibilitas*, ovvero la desiderabilità in vista dell'appagamento di un bisogno futuro, idea introdotta dal teologo Francese Pietro di Giovanni Olivi, e riproposta, afferma il Nostro, molto più tardi da Galiani e Bentham¹³.

Negli autori economici classici, in particolare in Smith e in Ricardo, è prevalente l'idea che il valore sia determinato da una causa oggettiva, quale può essere in modo determinante il lavoro necessario per produrre i beni. Quest'impostazione fu ripresa in seguito da Marx e posta come base del suo pensiero. L'Autore nota come i problemi e le soluzioni proposte dai fondatori della teoria dell'utilità siano paralleli a quelli di Marx. Se Marx trovò il fattore comune a tutti i beni nel "lavoro astratto generale", i fondatori della teoria utilitaristica ridussero qualsiasi bene ad una particolare forma generale e astratta, i *bisogni*, attribuendo a tutti un'identica proprietà: l'utilità. Ecco allora che le stesse critiche che possono essere indirizzate a Marx valgono anche per la moderna teoria dell'utilità¹⁴.

Fin dalla sua introduzione, il concetto di utilità ha causato controversie e ridotto il campo di studi dell'economia¹⁵. Tuttavia, afferma il Nostro, «l'esistenza di un comune denominatore per tutti i bisogni non è mai stata messa in discussione»¹⁶. E aggiunge: «Il gruppo Jevons–Walras sotto l'influenza del rapido sviluppo delle scienze naturali, ha eccessivamente semplificato con grande entusiasmo il comportamento dell'individuo riconducendo tutte le sue azioni economiche ad un unico motore: l'utilità»¹⁷.

L'utilità è così, in sostanza, un'identica proprietà di tutti i beni. In questa forma l'utilità è divenuta l'elemento sul quale sviluppare una teoria generale del valore. Inoltre, il significato stesso della parola utilità è cambiato nel tempo, divenendo oggetto di controversia tra la scuola classica e quella utilitarista, e rimanendo anche in seguito motivo di discussioni¹⁸. La ragione di questo è che la definizione di utilità data da Jevons, Walras e da altri studiosi non è chiara. Nonostante il suo significato ambiguo e vago, sulla teoria dell'utilità si basano la moderna teoria del consumo e la teoria economica generale dell'equilibrio.

Un'altra importante critica dell'Autore a questo approccio riguarda la grande semplificazione del concetto di utilità introdotta nella teoria economica, che impedi di accettare alcuni fatti elementari della vita economica e reale, perché non adattabili allo schema teorico¹⁹. Così intesa l'utilità, si sono potuti sviluppare gli strumenti matematici per lo studio dei fenomeni economici, ma, a parte questioni di semplificazione metodologica, «non c'è assolutamente nessun motivo perché l'economia tratti come finzioni quelle che sono le vere sorgenti dell'attività economica, i bisogni, le opinioni, le attese, le attitudini tradizionali, ecc. Infatti, questi elementi ci sono noti attraverso una conoscenza immediata, ossia più immediatamente di qualsiasi “fatto osservabile” economico, come prezzi, vendite, produzione, e così via»²⁰.

Nota il Nostro, come molti economisti matematici si resero conto che le propensioni umane non potevano essere ricondotte all'interno di modelli matematici. È per questo che «Jevons diede l'avvio alla ricerca di una misura cardinale dell'utilità. Più recentemente, altri hanno cercato di costruire una misura analoga per l'incertezza. [...] Tuttavia, proprio attraverso di essi, siamo arri-

vati gradualmente ad accorgerci che la misurabilità, sia ordinale che cardinale, richiede condizioni molto restrittive»²¹.

L'Autore afferma che i modelli analitici che sono stati elaborati sono utili, anzi, sarebbe rovinoso, specialmente in economia, abbandonare gli strumenti cardinalisti²². Questi strumenti, però, devono essere utilizzati nelle analisi economiche consci dei loro limiti, in quanto adatti a rivelare, e dunque ad indagare, solo alcuni elementi di un fenomeno molto più complesso.

Le ragioni dei limiti della dottrina cardinalista si ritrovano in due assunzioni ingiustificate. La prima è l'eccessiva semplificazione del comportamento umano, che finisce con l'ignorare l'irriducibilità dei desideri. Quest'assunto si ritrova anche nell'approccio ordinalista, e ha reso possibile l'uso di un sistema di numeri reali per riordinare tutte le alternative non equivalenti. Secondo elemento di negligenza è la riduzione di spazio per eventuali risultati imprevisi dall'analisi probabilistica. Questo implica assegnare all'uomo una conoscenza demiurgica. Il Nostro afferma che questi elementi sono sufficienti per affermare che la dottrina cardinalista, anche se analiticamente vera, è sostanzialmente falsa, perciò si può capire, ma non si può credere ad essa²³.

Secondo l'Autore, questa situazione all'apparenza paradossale è dovuta al fatto che, come «osservatori di uomini», il nostro istinto ci tradisce completamente nel distinguere tra così tante alternative. Ecco perché si ricorre all'uso di schemi nell'analisi della realtà, anche se «talvolta ci si aiuta con grafici bidimensionali trattando temi che riguardano la quarta dimensione»²⁴. Non si deve perciò sottovalutare il fatto che simili schemi, non solo non rappresentano tutti gli elementi che influiscono sul fenomeno studiato, ma che, a volte, mostrano caratteristiche estranee al contesto.

L'Autore ammonisce sul rischio che si corre concentrandosi più sullo strumento che sul problema da analizzare, fino ad arrivare «al punto di pensare soltanto al bisturi dimenticandoci del paziente. Per questo dovremmo sempre tenere a mente che un modello aritmomorfo non ha nessun valore se non c'è un ragionamento dialettico da mettere alla prova»²⁵. Qualsiasi teoria deve essere conforme alla realtà dei fatti: in particolare, se riguarda

l'uomo, deve essere coerente con la natura dell'essere umano stesso, dai postulati e dalle assunzioni fino alle conclusioni. Al termine del saggio sul comportamento del consumatore, George-scuro-Roegen afferma esplicitamente che ci si deve rendere conto che gli economisti devono mirare ad elaborare un impianto teorico modellato su una tipologia di individuo realmente esistente, e non su di una tipologia costruita a forza di condizioni "necessarie e sufficienti", tipiche dell'attuale formalizzazione²⁶.

2. Dall'utilità alla *theory of consumer's choice*

I fondatori della teoria utilitaristica hanno ricondotto qualsiasi bene alla forma generale e astratta dei bisogni, attribuendo a tutti un'identica proprietà: l'utilità. Seguendo questo schema, si può osservare come, in ultima analisi, il comportamento del singolo individuo non sia determinato né dall'utilità e né dall'ofelimità, ma dai suoi bisogni o necessità²⁷.

L'Autore afferma di aver già messo in luce il limite di quest'approccio nel 1936, con il suo saggio *The Pure Theory of Consumer's Behavior*, e che proseguendo su questa strada in lavori successivi era giunto a dimostrare che «né i bisogni né le attese soddisfano le condizioni di misurabilità»²⁸. Quest'osservazione, fatta dall'Autore, non si limita a Jevons e Walras, ma si estende a Pareto e successivi, i quali, nel tentativo di superare le difficoltà che la misurazione dell'utilità creava nella formulazione della teoria della domanda, cercarono di elaborare una teoria delle scelte da sostituire alla vecchia teoria dell'utilità²⁹. Con questa sostituzione si concluderà, nella seconda metà degli anni Trenta, la riformulazione ordinalista della teoria del comportamento del consumatore, iniziata da Pareto e portata a compimento da Allen e Hicks³⁰. Il nuovo approccio fu visto dalla maggior parte degli economisti neoclassici come la soluzione all'imbarazzante problema della misurabilità dell'utilità.

Nell'ambito ordinalista emergono due teorie principali: la *theory of choice* – che rappresenta una più raffinata versione della costruzione di indifferenza-preferenza di Pareto e Fischer, ad opera di Ragnar Frisch – e la *theory of revealed preference* di Paul

Samuelson. Il soggetto alla base di queste teorie è il consumatore razionale, la cui struttura delle preferenze soddisfa tre postulati: di riflessività, di completezza e di transitività.

La *theory of choice*, nella sua formulazione più semplice, ovvero quella della scelta binaria, può essere così riassunta: usando come riferimento l'indice di ofelimità di Pareto (\emptyset), riferito ad un paniere che rappresenta una combinazione di beni C, se si hanno due combinazioni C_1 e C_2 , le possibili scelte tra i due panieri saranno:

$$\emptyset(C_1) \geq \emptyset(C_2).$$

Ossia, un individuo può preferire C_1 , oppure C_2 , o, infine, la scelta può essere indifferente.

Osservando come il consumatore razionale ordina a due a due i panieri appartenenti al suo campo di scelta, si era fiduciosi di poter derivare una mappa di curve (o superfici) d'indifferenza, e di conseguenza una funzione di utilità ordinale. Georgescu-Roegen, in *The Pure Theory of Consumer's Behavior* del 1936, mette in discussione il fatto che, dato un paniere x appartenente al campo di scelta del soggetto, l'insieme $I(x)$ dei panieri indifferenti ad x non possa essere vuoto.

La questione che pone l'Autore è: cosa assicura che esistano panieri indifferenti ad x , e quindi che sia possibile ricavare una corrispondente curva (o superficie) d'indifferenza passante per quel dato paniere? La spiegazione tradizionalmente data, rappresentata nella figura 1.1, è così argomentata: posto come assunto che il consumatore razionale non è mai sazio³¹, la non saturazione lo porta a preferire sempre panieri che contengono quantità maggiori di ciascun bene. Perciò, ci si muove dalle combinazioni non preferite $\bar{P}(x)$, alle combinazioni preferite $P(x)$. Così facendo, il soggetto passa dalla non preferenza alla preferenza attraverso un punto in cui vi è indifferenza nella composizione del paniere, intersecando l'insieme $I(x)$; nello stesso modo in cui nel continuo lineare aritmetico per passare dai numeri positivi a quelli negativi si passa per lo zero³².

Questa spiegazione, non soddisfaceva il Nostro, il quale, tuttavia, non era riuscito a fornire un esempio formale per convincere sé stesso e i colleghi che l'insieme $I(x)$ poteva anche essere vuoto.

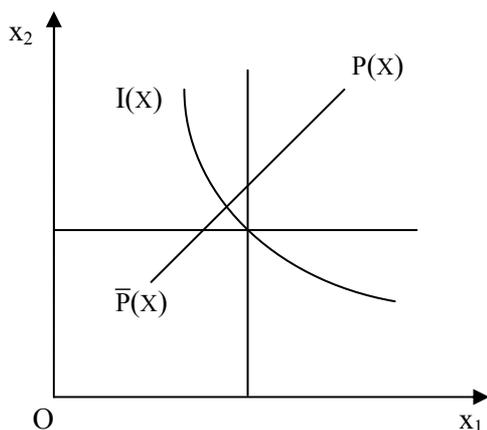


Fig. 1.1

Georgescu-Roegen riuscirà nell'intento nel 1954, con il saggio *Choice, Expectations and Measurability*, in cui dimostra che vi sono casi, tutt'altro che marginali, in cui dalle risposte del consumatore razionale non è possibile derivare una mappa di curve (o di superfici) di indifferenza³³. Di conseguenza, in questi numerosi casi risulta impossibile, altresì, rappresentare la struttura delle preferenze del consumatore mediante una funzione di utilità ordinale³⁴.

L'Autore riesce perciò a dimostrare che l'apparente solidità dei procedimenti proposti per la misurazione dei bisogni e delle attese è minata da quella che definisce la «fallacia ordinalista», secondo la quale una struttura in cui si ha un «più» e un «meno» è necessariamente un continuo lineare³⁵.

Quindi, se da una parte, con il nuovo approccio ordinalista si è riusciti ad eliminare il ricorso all'utilità come elemento di base, dall'altra non si è arrivati a costruire una mappa delle curve di indifferenza dotate delle stesse proprietà delle curve di utilità.

In modo semplificato, si può riassumere la dimostrazione di Georgescu-Roegen con un esempio. Dato un consumatore e un paniere contenente due beni, X_R mele rosse e X_V mele verdi, cerchiamo di tracciarne il comportamento sapendo che la preferenza va alle mele rosse. Il consumatore razionale non è mai sazio, perciò questo primo criterio di scelta implica la preferenza di panieri con una quantità di beni maggiore, quindi dati due panieri, X' e X'' , X'' sarà preferito a X' se:

$$X''R + X''V > X'R + X'V ;$$

Se invece i due panieri avranno la stessa quantità di prodotti, il paniere X'' sarà ugualmente preferito al paniere X' se:

$$X''R + X''V = X'R + X'V ; X''R > X'R$$

Questa struttura di preferenze, pur soddisfacendo i postulati di riflessività, di completezza e di transitività, non può essere rappresentata da una funzione di utilità ordinale.

Graficamente, questa affermazione si può così dimostrare:

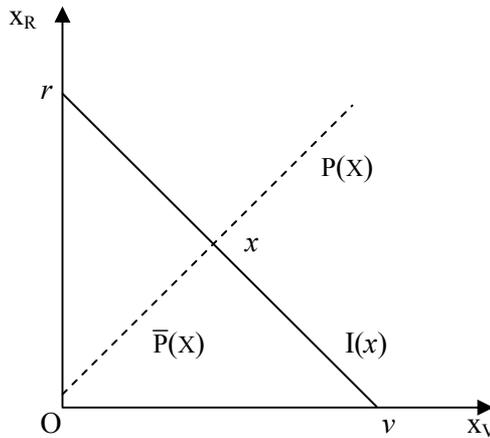


Fig. 1.2

Tornando al paniere dell'esempio, la retta rv rappresenta il luogo dei panieri contenenti la stessa quantità di mele. In base al primo criterio di scelta del consumatore ipotizzato, quello della quantità totale di beni, i panieri che si trovano in alto a destra della retta appartengono all'insieme $P(x)$ dei panieri preferiti, mentre quelli in basso a sinistra appartengono all'insieme dei panieri meno preferiti $\bar{P}(x)$.

Tuttavia, si deve considerare anche il secondo criterio di scelta, in base al quale le mele rosse sono preferite a quelle verdi. Ne consegue che le combinazioni lungo la retta rx con x escluso, dove sono maggiori le mele rosse, sono preferite a quelle che formano la retta xv con x incluso, dove c'è invece la preminenza delle mele verdi. Non c'è un punto di indifferenza, x appartiene alle non preferenze, dunque l'insieme $I(x)$ è un insieme vuoto.

Il comportamento del consumatore razionale, in questo caso, non può dar luogo ad una rappresentazione dell'ordinamento di scelta tramite una funzione numerica. Infatti, associando dei numeri reali ai panieri per indicarne l'ordine di preferenza s'incorre in una contraddizione. Questo perché i numeri che noi associamo ai panieri per indicarne la preferenza, secondo il primo criterio di scelta, dovrebbero aumentare all'aumentare della quantità dei beni. Allo stesso modo, però, andando ad assegnare dei numeri per tener conto anche del secondo criterio di scelta, i valori dovrebbero aumentare con la maggior presenza di mele rosse rispetto a quelle verdi. Questo finisce con il determinare che, per un qualsiasi paniere preferito nella regione $P(x)$, esiste un paniere nella retta rx a cui è associato un valore maggiore.

Perciò, l'Autore, dopo aver analizzato la teoria della scelta e i suoi postulati, afferma che non è possibile derivare dalla mappa dell'indifferenza un ordine preciso dell'ofelimità per tutte le combinazioni di beni³⁶.

3. La *directional choice theory*

Georgescu-Roegen dimostra che la struttura di preferenze del consumatore razionale viene spesso definita attraverso il cosiddetto "ordinamento lessicografico di preferenza"³⁷. Così come nell'ordinare in modo alfabetico due parole si confronta innanzitutto la prima lettera, poi se questa è uguale la seconda, e così via, anche in questi casi di scelta il consumatore confronta dapprima i panieri secondo il primo criterio, poi a parità con un secondo, e così via. In presenza di questa struttura preferenziale il consumatore ordina a due a due i panieri appartenenti al suo campo di scelta, secondo diversi criteri gerarchicamente ordinati. La scelta tra due panieri può essere indifferente per un criterio di scelta, ma non per quello subordinato.

Per eliminare questa discriminante nella scelta è stato inserito il postulato di non influenza delle preferenze lessicografiche, chiamato dagli economisti neoclassici "postulato di continuità delle preferenze" e presentato come fondamentalmente innocuo³⁸. Georgescu-Roegen spiega però che i tentativi di rappresentare il

comportamento dei consumatori attraverso modelli matematici, da Walras e Jevons a Edgworth e Pareto, fino ai contributi più recenti, non abbiano avuto un completo successo. Nessuna teoria, infatti, ha risolto le difficoltà correlate alla complessità della natura umana: si è scelto semplicemente di non affrontarle³⁹. Tuttavia, si è continuato lungo questa strada perché, fa notare l'Autore, nelle dimostrazioni matematiche fornite dagli ultimi cardinalisti, come Oskar Morgenstern, John von Neumann e Jacob Marschak non si può rilevare alcun errore. Georgescu-Roegen avanza allora l'ipotesi che l'errore risieda nella scelta delle assunzioni e dei postulati, che limitano l'analisi ad alcuni aspetti del fenomeno reale che si intende studiare⁴⁰.

L'Autore afferma che, quando sono stati analizzati i fattori essenziali nel guidare l'azione economica umana, sono stati trovati due aspetti che hanno creato delle difficoltà analitiche insuperabili, se presi in considerazione nel modello dell'*homo oeconomicus*. Primo: l'uomo è una struttura in continuo cambiamento. Secondo: le sue reazioni all'ambiente esterno sono influenzate da una soglia psicologica. Sebbene questi limiti siano frequentemente richiamati, se non esplicitamente quanto meno in modo implicito, la loro inclusione in qualsiasi teoria sul comportamento del consumatore è stata sistematicamente evitata dalla teoria economica neoclassica⁴¹.

Georgescu-Roegen mette perciò in discussione la legittimità di «forzare la natura umana nel rigido schema di modelli matematici»⁴². L'uomo non è un accurato strumento di scelta, ma le sue decisioni sono influenzate da elementi psicologici⁴³. Prendendo atto di questo elemento, il quadro di riferimento per la struttura della scelta diventa più complesso: le scelte non sono più binarie, ma multiple. L'Autore tenta perciò la formulazione di un approccio che sia alternativo rispetto alla «theory of binary or multiple choice», giungendo alla «theory of directional choice»⁴⁴.

Anche la *teoria della scelta direzionale* si basa sull'ordinamento ordinale in contrapposizione a quello cardinale, ed è stata elaborata da Georgescu-Roegen con l'intento di formulare una teoria del comportamento del consumatore svincolata dalla misurazione dell'utilità. Questa teoria si basa sugli scritti dell'ingegnere italiano Giovanni Battista Antonelli (1886), successiva-

mente approfonditi da John Richard Hicks e Roy George Douglas Allen (1934)⁴⁵, richiamati esplicitamente dal Nostro⁴⁶ e da Samuelson (1938). In questo approccio, non si elimina l'utilità, ma questa viene vista solo come il criterio con cui si può ordinare, negando, invece, la sua misurabilità secondo una scala cardinale. In altre parole, l'utilità viene proiettata su una scala di valori ottenuta partendo dalle informazioni sul comportamento del consumatore, come i dati di mercato, i prezzi e le quantità domandate.

In modo sintetico, si possono individuare alcune caratteristiche centrali della costruzione della teoria della *directional choice*, graficamente osservabili nella figura 1.3.

Il punto di partenza è costituito dai due elementi su cui si basa l'analisi: l'allogazione ottimale M di un budget AB e il punto di saturazione S. L'allogazione ottimale viene data dai dati di mercato, mentre il punto di saturazione è definito assumendo che la direzione da M verso S è, per ogni punto di non saturazione M, una direzione di preferenza⁴⁷.

Se il budget non copre un punto di saturazione assoluta – e si esclude una struttura piegata della domanda – è evidente che qualsiasi direzione \overrightarrow{MN} al di sotto della linea del budget è una direzione di non preferenza, mentre qualsiasi direzione $\overrightarrow{MN'}$ al di sopra della linea del budget è una direzione di preferenza.

Se \overrightarrow{MN} è una direzione di non preferenza per M, la stessa direzione è una direzione di non preferenza per qualsiasi punto sulla semiretta MN. In base a questo presupposto⁴⁸ Georgescu-Roegen introduce una “condizione di convessità” che chiama «principio della persistenza della non-preferenza»⁴⁹.

Rimangono così, muovendosi da M sulla linea del budget, con $M \neq S$, le due direzioni *limitate* \overrightarrow{MA} e \overrightarrow{MB} . Se si esclude il caso estremo di perfetta sostituibilità, anche queste due direzioni sono da considerarsi direzioni di non preferenza.

Da questa analisi derivano i tre assiomi della *directional choice*:

- 1) per qualsiasi punto di non saturazione corrisponde un semipiano chiuso di non preferenza, tutte le altre direzioni sono di preferenza;

- 2) tutte le direzioni lontane dal punto di saturazione sono di non preferenza;
- 3) se \overrightarrow{MB} è una direzione limitata per M di non preferenza e se K è un qualsiasi punto sulla retta MB, la stessa direzione di non preferenza vale anche per K.

In base al principio della persistenza della non-preferenza e all'assioma due nella formulazione sopra riportata, si ha che, con S come un punto di saturazione, \overrightarrow{MS} è una direzione preferenziale per ogni M. La conseguenza è che ad una distanza finita ci può essere solamente un punto di saturazione S^{50} .

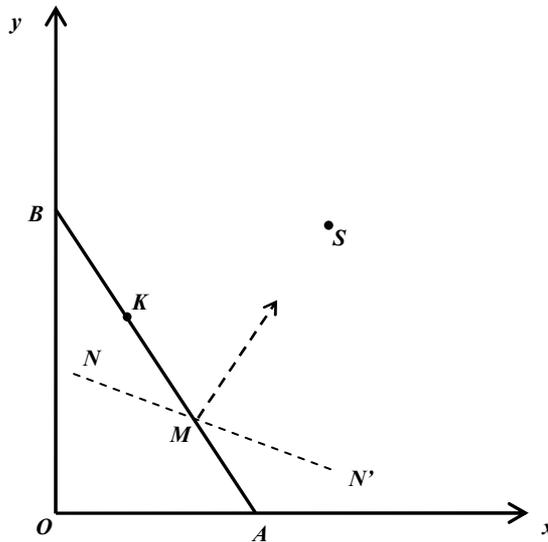


Fig. 1.3

Se si vogliono ottenere le informazioni sul punto di saturazione S si dovrà considerare il punto di partenza M. Se il budget individuale di un consumatore gli consente di comprare M, allora l'individuo stesso sceglierà S quale punto di saturazione, ed eventualmente butterà via⁵¹ una parte dei suoi soldi per avvicinarsi o raggiungerlo. Pertanto, per riuscire ad ottenere per il punto S gli stessi dati che si hanno per M, dovremo costringere l'individuo a spendere tutto il suo denaro.

È importante notare che questo schema non fa riferimento né

Volendo riassumere le conclusioni a cui giunge Georgescu-Roegen con la teoria della *directional choice*, possiamo evidenziare tre elementi fondamentali.

Il primo riguarda l'osservazione delle informazioni sulla domanda: solo ciò che viene preferito può essere rilevato, inoltre, non vi è indifferenza nella scelta fra due alternative con lo stesso prezzo. Per l'Autore non ci deve essere necessariamente uno stato intermedio, altrimenti sorgerebbe la domanda paradossale di cosa c'è fra la preferenza e l'indifferenza. Perciò, il postulato dell'indifferenza non solo non è necessario, ma è da rifiutare⁵⁶.

Il secondo elemento fondamentale è l'impossibilità di costruire un indice di ofelimità o simili, in quanto la teoria della *directional choice* non permette nessun ordinamento di due o più combinazioni di beni. Le alternative fra scelte diverse, in presenza di una struttura di preferenze con ordinamento lessicografico, non possono essere adeguatamente rappresentate da un diagramma cartesiano in uno spazio euclideo⁵⁷.

Da questo discende il terzo elemento: l'impossibilità di derivare la legge della domanda dalla teoria della scelta. Oltre all'indeterminazione nella comparazione della soddisfazione dei consumatori⁵⁸, si deve tenere presente il fatto che i consumatori non possono essere considerati come delle «perfette macchine da scelta»⁵⁹.

Infine, derivare una legge della domanda basando il comportamento del consumatore solo sul rapporto tra prezzi e quantità di beni, è fuorviante⁶⁰. Tale modello non solo non tiene conto dell'apprendimento e dell'influenza delle esperienze sul consumatore, ma si basa sulla premessa irrealistica che le famiglie possiedano una perfetta conoscenza di tutte le combinazioni tra prodotti e prezzi, con i quali ottimizzare l'impiego del proprio budget⁶¹.

4. *Directional choice theory e revealed preference theory*

Nell'approccio ordinalista al comportamento del consumatore, l'altra linea di analisi richiamata è la *theory of revealed preference*, proposta da Samuelson nel 1938 in *A Note on the Pure Theory*

of *Consumer's Behaviour*⁶².

L'intento di Samuelson è quello di sviluppare la teoria del comportamento del consumatore, liberandola dalle tracce residue del concetto di utilità. L'utilità viene vista come un concetto imposto a priori ed impossibile da verificare empiricamente, sul quale non è dunque lecito basarsi per formulare delle affermazioni scientifiche sulle preferenze di un individuo e su ciò che egli considera come il proprio benessere. Per l'economista statunitense, la deduzione della struttura delle preferenze di un soggetto è possibile solamente attraverso la rivelazione delle sue preferenze, ossia grazie all'osservazione diretta del suo comportamento. Aderì all'approccio delle preferenze rivelate anche Ian Malcolm David Little e parzialmente anche J.R. Hicks.

In modo sintetico, possiamo così descrivere la teoria delle preferenze rivelate: se un individuo sceglie un'allocazione ottimale P_1 di un certo budget, anche se può disporre di un'altra combinazione $P_2 \neq P_1$ che non è più costosa, egli rivela la sua preferenza:

$$P_1 \text{ PR } P_2$$

Questo è conosciuto come "*weak axiom of revealed preference*", sul quale Samuelson basa la sua conclusione che la domanda è unicamente determinata per ogni budget dato.

L'ipotesi di fondo di questo approccio è che gli individui rivelano la propria struttura delle preferenze attraverso le loro scelte effettive. Quest'ipotesi si basa sull'assunto che tutti gli ordinamenti individuali delle preferenze godano della proprietà della connessione. In base a tale proprietà, le relazioni binarie di preferenza degli individui devono formare un insieme completo di alternative e si deve sempre verificare una di esse. Come si può facilmente immaginare, nella realtà questa condizione non è necessariamente verificata. Inoltre, non è possibile dalla sola osservazione del comportamento distinguere i casi in cui l'individuo sia indifferente tra le alternative, da quelli in cui non possiede una struttura di preferenza.

Per di più, se prima della decisione non è stato formulato un sistema completo di alternative possibili, la scelta può essere "incompleta", oppure "obbligata", perché presa in una situazione

particolare che non concede alternative al soggetto. In entrambi i casi, l'osservazione del comportamento del consumatore non ne indica correttamente le preferenze.

Infine, attività promozionali e fenomeni di moda, come oggi-giorno spesso accade, potrebbero finire con il generare una discrepanza fra le preferenze rilevate e quelle reali, con possibili effetti di distorsione delle prime sulle seconde.

Al riguardo, Georgescu-Roegen afferma di avere un punto di vista particolare sulla teoria delle preferenze rivelate. In effetti, si tratta di un giudizio bivalente.

Da una parte, infatti, nell'analizzare la relazione fra la teoria delle scelte e quella delle preferenze rivelate, sostiene che le due teorie ordinaliste principali sono una diversa formulazione della stessa struttura: la teoria delle scelte si sviluppa però nella dimensione dei beni, mentre quella delle preferenze rivelate nella dimensione dei prezzi. In altre parole, che le scelte individuali possono essere descritte come una costellazione di prezzi al posto di una combinazioni di beni⁶³.

L'Autore, alla luce della necessità dell'ordinamento lessicografico per la teoria del consumatore, giunge alla conclusione che, malgrado le apparenze, l'approccio ordinalista sostanzialmente non è diverso da quello cardinalista⁶⁴.

Il Nostro, comunque, esclude che la *revealed preference theory* sia un caso particolare di *multiple choice theory*, perché considera solo le categorie di combinazioni determinate dal budget, e tanto meno una *multiple choice theory* pura, perché non include una scelta binaria, almeno finché si assume la continuità dei beni⁶⁵.

Inoltre, l'Autore, in *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, sostiene l'opportunità di basare l'analisi dei fenomeni di mercato sulla domanda, piuttosto che sulle scelte. Questa differenza può sembrare oziosa: in verità usando la domanda si possono utilizzare i concetti di base concernenti l'economia, i prezzi e le quantità scambiate. Al contrario, il ricorso al concetto di scelte implica aspetti psicologici legati ai nostri bisogni biologici e psicologici. Basare completamente la teoria del comportamento del consumatore in termini di domanda è possibile, e la teoria delle preferenze rivelate di Samuelson, afferma il Nostro, ha solo biso-

gno di un piccolo miglioramento per portare a compimento questo progetto⁶⁶.

Nel descrivere il rapporto tra la teoria della *revealed preference theory* e quella della *directional choice*, l'Autore afferma che la prima è una formulazione limitata della seconda. Infatti, l'unica differenza che Samuelson introduce nei postulati è che per ogni budget vi sia una sola allocazione, in quanto, una volta rivelata la preferenza, l'allocazione esaurisce il budget a disposizione⁶⁷.

Dunque, la relazione $M1 \text{ PR } M2$ è un caso speciale di $M1 \text{ PD } M2$, dove PR è la preferenza rivelata e PD sono le direzioni di preferenza che il consumatore poteva imboccare. Per Georgescu-Roegen, infatti, è con l'introduzione del «principio della persistenza della non-preferenza» che si passa dalla teoria delle preferenze rivelate a quella delle scelte direzionali⁶⁸.

Un ulteriore punto di contatto tra la teoria delle preferenze rivelate e il pensiero di Georgescu-Roegen è il *principio di complementarità*⁶⁹, elaborato dall'Autore mentre stava approfondendo una propria intuizione: la rappresentazione delle preferenze su di un campo di beni cardinali misurabili può riflettere un residuo qualitativo. In modo semplificato, questo principio può essere così spiegato: se per un consumatore una certa quantità x di un bene a , o di un bene b , rappresenta due redditi equivalenti, allora nessuna mescolanza dei due beni può essere equivalente a una delle due posizioni iniziali. Quest'affermazione negativa sta ad indicare la presenza di un residuo qualitativo, perciò non serve una verifica empirica: è sufficiente che la scelta sia influenzata dalla qualità. Inizialmente, l'Autore asserì che le mescolanze sono generalmente preferite, per via della nozione tradizionale che vuole le curve di indifferenza convesse. Più tardi però affermò, data l'osservazione che alcuni beni possono essere antagonisti, che solo l'evidenza empirica può determinare il senso, positivo o negativo, in cui il residuo qualitativo influisce sulla proporzionalità⁷⁰.

Evitando un ulteriore approfondimento, in questo contesto è sufficiente notare come la teoria della *directional choice* elaborata da Georgescu-Roegen può essere vista, in modo semplificato, come una generalizzazione della *revealed preference* di Samuelson. Essendo un caso particolare della *directional choice*, la teo-

ria delle preferenze rivelate ne condivide necessariamente le conclusioni⁷¹.

Queste conclusioni – il rigetto del postulato di indifferenza, l'impossibilità di costruire un indice di ofelimità e, soprattutto, l'impossibilità di formulare una legge della domanda sulla teoria della scelta – sono un notevole colpo alla dottrina economica dominante, perché affermano la non validità delle attuali teorie del consumatore e della domanda. Georgescu-Roegen, però, propone un approccio alternativo per colmare questo vuoto: il recupero e l'approfondimento dell'analisi dei *wants* e dei *needs*, ovvero dei bisogni e delle necessità.

5. Utilità *versus* bisogni

Nella terza parte di *Choice, Expectations, and Measurability*, possiamo trovare un titolo forte: “Wants vs. Utility”.

L'Autore afferma che prima di introdurre il concetto di utilità, di valore o di scelte comportamentali degli individui, si analizzavano le necessità e i bisogni. Questi ultimi concetti non sono definibili precisamente, ma, sostiene il Nostro, in ultima analisi neppure l'utilità o la soddisfazione lo sono.

L'utilità è per il Nostro un concetto improprio e indefinito, perché sostenuto da concetti indefiniti. Nelle scienze morali, la mancanza di una precisa definizione non dovrebbe preoccuparci, dovrebbero invece farlo i concetti impropri costruiti sull'attribuzione all'uomo di facoltà che egli in realtà non possiede. Se questi ultimi non possono essere propriamente definiti, a maggior ragione i concetti di utilità e soddisfazione non lo possono essere. La realtà che determina il comportamento dell'individuo non è formata dall'utilità, o dall'ofelimità, o da qualunque altro singolo elemento, ma dai suoi desideri e dai suoi bisogni⁷².

L'Autore avrà come punto di riferimento il lavoro di Karl Menger, che non viene mai accomunato dal Nostro a Walras e Jevons nell'approccio alla teoria dell'utilità. I contributi fondamentali dell'approccio di Menger sono il principio di ordinamento lessicografico dei bisogni reali e il *principio della decrescita dell'importanza marginale*.

Il primo principio è già stato esposto sopra, il secondo afferma che la disponibilità di un'unità addizionale di un bene necessario per la soddisfazione di un determinato bisogno, farà diminuire il valore di una dose successiva dello stesso bene sulla "scala dei bisogni". Il valore di un bene potrebbe, allora, essere stabilito attraverso la capacità di soddisfazione data dall'ultima sua dose nella scala dei bisogni.

Questo *principio della decrescita dell'importanza marginale*, però, è stato troppo velocemente equiparato al *principio dell'utilità marginale decrescente*, quando in realtà il primo non implica necessariamente il secondo⁷³. Inoltre, Menger non considerò che solitamente un bisogno può essere soddisfatto da più beni, limitandosi all'analisi di un solo bene che soddisfa tutti i bisogni, e in questo modo abbandonando il problema a metà strada. Georgescu-Roegen continua lungo la via tracciata da Menger e fa notare che anche gli stessi Jevons, Pareto e Gossen presero atto, esplicitamente o implicitamente, dell'esistenza di una gerarchia dei bisogni⁷⁴. Dallo studio delle loro opere Georgescu-Roegen richiama, nella sua analisi, questi tre principi⁷⁵:

- *il principio di subordinazione dei bisogni*: la soddisfazione di un bisogno permette al successivo bisogno superiore di manifestarsi;
- *il principio della crescita dei bisogni*: il numero dei bisogni è infinito, esiste sempre un bisogno successivo;
- *il principio di irriducibilità dei bisogni*: i bisogni umani non possono essere tutti ridotti ad un'unica base comune.

Considerando però l'utilità come l'essenza di tutti i bisogni, si è finiti con il fondere tutte le diverse necessità in un unico bisogno, violando il principio di irriducibilità che la letteratura neoclassica menziona solo implicitamente⁷⁶.

Importante è poi il fatto che non vi è un rapporto uno ad uno tra bisogni e beni. La classificazione dei beni, necessaria per qualsiasi teoria dei prezzi, diverrebbe ancora più complessa se valutata attraverso il metro dei bisogni⁷⁷.

A dispetto di ciò, e a dispetto del fatto che lo schema dei bisogni di un individuo differisce da quello di qualunque altro, gran parte di questi schemi sono simili.

Da quest'analisi il Nostro trae alcune importanti conclusioni:

- la gerarchia dei bisogni, al di sopra di un certo grado d'importanza, sembra essere identica per tutti gli uomini;
- gli individui appartenenti alla stessa cultura hanno, probabilmente, in cima alla scala gerarchica un gran numero di bisogni in comune⁷⁸;
- la scelta tra due combinazioni di beni è sempre definita dal bisogno meno rilevante, che si riflette su ognuna delle due combinazioni⁷⁹ secondo il principio di ordinamento lessicografico.

Per l'Autore, attraverso la gerarchia dei bisogni si può eliminare il principio di indifferenza. Infatti, l'indifferenza tra due combinazioni non necessariamente deve esistere, perché due combinazioni possono essere sempre discriminate da qualche bisogno particolare. Così facendo, ogni combinazione può essere ordinata in una catena. Per il Nostro, questo schema è più che sufficiente ad eliminare il postulato di indifferenza, dato che il principio dell'andamento dell'utilità marginale decrescente altro non è che quello della gerarchia dei bisogni, che l'Autore fa risalire a Platone⁸⁰, attribuendo a Carl Menger il merito di averla argutamente descritta⁸¹.

Georgescu-Roegen sottolinea l'importanza che questo schema può avere nel fornire una base obiettiva per molte questioni inerenti al *benessere*, che altrimenti richiederebbero di adottare o una comparazione interpersonale di utilità o una funzione soggettiva del *benessere* stesso⁸².

6. La gerarchia dei bisogni

L'Autore raggiunge queste conclusioni non perché rappresentano un approccio che porta ad uno schema più semplice, ma perché offrono un'interpretazione più adeguata della struttura dei bisogni. È possibile procedere ad una rappresentazione non ambigua delle varie alternative del consumatore, assegnando un numero reale ad ognuna di esse per identificarne in modo completo il grado di importanza. Bisogna, però, tener presente che – come

dimostrato nel paragrafo precedente – con questo approccio, data la pluralità dei bisogni di un individuo, le varie alternative, sebbene comparabili, non sono misurabili in senso ordinale.

Il concetto di bisogni è un concetto dialettico, su cui non è facile fondare una teoria del valore, né tanto meno una legge della domanda o del comportamento del consumatore. Tuttavia, se si vuole provare a formulare una legge al riguardo, si deve innanzitutto valutarne rigorosamente il fondamento. L'utilità è per il Nostro un concetto derivato, che si basa su concetti indefiniti. Concetti che nascono dalla natura dell'uomo, che non è uno strumento di scelta, bensì un'entità soggetta a limiti psicologici, di rischio e d'incertezza. I beni sono un numero finito, ma la loro differenziazione porta ad avere un numero di scelte quasi infinito. Se osserviamo il comportamento dell'individuo vediamo che il semplice intuito fallisce nel guidarlo attraverso così tante alternative. Ma l'uomo, attraverso prove ed errori, può trovare la propria strada. Nella rappresentazione di una così complessa struttura appare più rigoroso basarsi sulla gerarchia dei bisogni, anche se si ragiona in uno spazio di quattro dimensioni, piuttosto che affidarci ad una rappresentazione bidimensionale dei fenomeni, finendo con lo snaturare il soggetto stesso dell'analisi trasformando l'uomo in *homo oeconomicus*⁸³.

Come si vedrà nel prossimo capitolo, l'Autore non smetterà di ricercare una base solida su cui fondare una teoria dell'utilità e del comportamento del consumatore, ma, abbracciando la complessità della natura umana e dei fenomeni biologici, allargherà la base epistemologica di riferimento per la scienza economica. Accanto ai concetti aritmomorfici, legati alla rappresentazione matematica della realtà, introdurrà l'uso di concetti dialettici, che possono definire i fenomeni in evoluzione dai contorni indefiniti.

Afferma l'Autore: «l'uomo è così assetato di misura che alcuni hanno tentato di eliminare tutte le prove e gli argomenti logici contrari alla misurabilità delle propensioni umane»⁸⁴. Questo perché oggi si pensa che ammettere l'inaccessibilità della scienza e della misurazione agli atteggiamenti mentali equivale a bloccare il procedimento scientifico al primo passo. L'errore di questa convinzione sta nel credere che la scienza è misura. Ma il Nostro

si chiede «perché questo dovrebbe essere l'unico gioco possibile per uno scienziato?»⁸⁵. E così dimostra che nessuna scienza può evitare del tutto i concetti dialettici, perché nessuna scienza può ignorare per sempre il cambiamento⁸⁶.

Abbandonata la fisica meccanica, il Nostro si rivolgerà così alla termodinamica, la branca della fisica che per prima studia fenomeni irreversibili.

NOTE

¹ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, "Quarterly Journal of Economics", L 1936, pp. 545-593, ristampato in Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 133-170.

² N. Georgescu-Roegen, *Teoria economica ed economia agraria*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, pp. 161-162.

L'Autore continua affermando: «Dall'altra parte, la teoria marxista si riferisce a un'economia caratterizzata dal monopolio di classe dei mezzi di produzione, da imprenditori accumulatori di denaro, mercati con prezzi uniformi per tutti i beni, e completa indipendenza dei fattori economici da quelli demografici».

Queste due impostazioni principali nella storia moderna dell'economia sono delle astrazioni che, a diverso livello, «rappresentano indubbiamente i tratti più caratteristici del sistema capitalistico». Per l'Autore, queste teorie «lungi dall'essere assolutamente contraddittorie, sono complementari». L'autore fa anche riferimento esplicito al principio di complementarietà di Bohr, nel senso che la realtà non si può ricondurre ad un unico schema in quanto, citando il fisico, «solo la totalità dei fenomeni esaurisce le informazioni possibili intorno agli oggetti», Niels Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge*, New York 1938, pp. 40 e *passim*.

Tuttavia, tali teorie e dunque tali schemi interpretativi, non solo non si possono applicare indistintamente ad economie diverse, ma devono essere riviste anche nel corso del tempo per quanto riguarda la stessa economia capitalistica, perché il ruolo delle istituzioni in questi sistemi è decisivo, e con il loro cambiare modificano anche l'assetto economico, tanto da dover «considerare il sistema capitalistico di oggi e quello, per esempio, di cinquant'anni fa, come sistemi essenzialmente diversi. N. Georgescu-Roegen, *Teoria economica ed economia agraria*, p. 162.

³ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, "Quarterly Journal of Economics", LXIV 1950, pp. 125-138, ristampato in Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 171-183.

⁴ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations and Measurability*, "Quarterly Journal of Economics", LXVIII 1954, pp. 503-534, ristampato in Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 184-215.

⁵ Per un approfondimento delle critiche (inascoltate) e degli apporti di Nicholas Georgescu-Roegen agli studi sul consumo, alla teoria del valore e alla teoria del comportamento del consumatore, si veda S. Zamagni,

Georgescu-Roegen. *I fondamenti della teoria del consumatore*, Etas Libri, Milano 1979.

⁶ N. Georgescu-Roegen, *Choice and Revealed Preference*, "Southern Economic Journal", XXI 1954, pp. 119-130; ristampato in Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 219-221.

⁷ N. Georgescu-Roegen, *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, "Econometrica", XXI 1953, pp. 157-168; ristampato in Id., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 228-240.

⁸ N. Georgescu-Roegen, *The Nature of Expectation and Uncertainty*, in *Expectations, Uncertainty and Business Behavior*, (a cura di) Mary Jean Bowman, Social Science Council, New York 1958, pp. 11-29; ristampato in N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 242-275.

⁹ N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 1966. Un ulteriore saggio in cui l'Autore analizza il concetto di valore economico e di utilità, esponendo compiutamente il suo pensiero, è *Utility*, scritto per la *International Encyclopaedia of Social Sciences*, McMillan and Free Press, New York 1968, vol. 16, pp. 236-267.

¹⁰ N. Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths*, pp. 307-349.

¹¹ Si veda il paragrafo "Historical background" in N. Georgescu-Roegen, *Utility*, pp. 237-239.

¹² N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, in *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 191-192.

¹³ N. Georgescu-Roegen, *Utility*, 238.

¹⁴ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, p. 192.

¹⁵ *Ivi*, p. 193.

¹⁶ *Ivi*, p. 196.

¹⁷ *Ivi*, p. 191.

¹⁸ *Ivi*, p. 193.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, p. 144.

²¹ *Ibidem*.

²² N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, pp. 70-71.

²³ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations and Measurability*, p. 211.

²⁴ *Ivi*, pp. 212-213.

²⁵ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 149.

- ²⁶ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, p. 163.
- ²⁷ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, p. 193.
- ²⁸ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 144.
- ²⁹ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, in *Analytical Economics: Issues and Problems*, p. 171.
- ³⁰ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, in *Analytical Economics: Issues and Problems*, p. 134.
- ³¹ Tale condizione viene posta introducendo il postulato di non saturazione. Un'enunciazione di tale postulato può essere la seguente: dati due panieri contenenti gli stessi beni, se il paniere x contiene, rispetto ad un paniere y, nessun bene in quantità minore e almeno un bene in quantità maggiore, allora xPy . In riferimento alla cura dell'utilità decrescente poi, si può ipotizzare che l'individuo, una volta raggiunta la saturazione per quanto riguarda il consumo o l'uso diretto dei beni, può impiegarli in altro modo, per esempio vendendoli o cedendoli ad altri.
- ³² N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, p. 201. Cfr. S. Zamagni, *Georgescu-Roegen. I fondamenti della teoria del consumatore*, pp. 130-148
- ³³ *Ivi*, pp. 199-200.
- ³⁴ *Ivi*, p. 201.
- ³⁵ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 145.
- ³⁶ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, p. 177.
- ³⁷ Afferma Zamagni: «La celebre tavola dei "bisogni concreti" di C. Menger è un esempio *ante litteram* di ordinamento lessicografico. Bisognerà, tuttavia, attendere J. Von Neumann e O. Morgenstern, prima, e N. Georgescu-Roegen poi, perché questo tipo di ordinamento venga esplicitamente riconosciuto e attentamente studiato». S. Zamagni, *Economia Politica*, seconda edizione, NIS La Nuova Italia Scientifica, Roma 1987, p. 192 nota 8.
- ³⁸ S. Zamagni, *Economia Politica*, NIS La Nuova Italia Scientifica, Roma 1984. Nel suo manuale Zamagni, con un esplicito riferimento ai lavori di Georgescu-Roegen, compie una chiara analisi delle implicazioni del postulato di continuità.
- ³⁹ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, p. 172.
- ⁴⁰ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, p. 186.
- ⁴¹ *Ivi*, p.187.

- ⁴² N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, p. 171.
- ⁴³ N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 255.
- ⁴⁴ *Ibidem*. Cf. anche Id., *The Pure Theory of Consumer's Behaviour e Id., Choice and Revealed Preference*.
- ⁴⁵ J.R. Hicks, R.G.D. Allen, *A reconsideration of the Theory of Value*, "Economica", I 1934.
- ⁴⁶ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, p. 134.
- ⁴⁷ *Ivi*, p. 142.
- ⁴⁸ Per la dimostrazione matematica si veda N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 256.
- ⁴⁹ N. Georgescu-Roegen, *Choice and Revealed Preference*, pp. 219-221. Cfr. Id., *Vilfredo Pareto and His Theory of Ophelimity*, in *Energy and Economic Myths*, pp. 333-334 e Id., *Utility*, pp. 255-256.
- ⁵⁰ N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 256.
- ⁵¹ L'Autore non usa il termine spendere ma «throw away», «buttar via», perché dall'ottimale il consumatore si spinge verso la saturazione.
- ⁵² N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, p. 142.
- ⁵³ S. Zamagni, *Georgescu-Roegen on consumer theory: an assessment*, in *Bioeconomics and Sustainability – Essay in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, a cura di K. Mayumi, J.M. Gowdy, Edward Elgar, Cheltenham (UK) 1999, p. 104.
- ⁵⁴ "N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 255. L'Autore usa il termine "worm", letteralmente "verme", ho preferito tuttavia tradurlo con il termine bruco.
- ⁵⁵ *Ibidem*.
- ⁵⁶ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, pp. 201-202.
- ⁵⁷ *Ivi*, p. 212.
- ⁵⁸ N. Georgescu-Roegen, *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, p. 164. L'Autore afferma: «The demand law appears, in this case, a multivariate distribution between prices and quantities, or to use a term introduced by Professor Taussing in connection with a similar problem, as a penumbra», *Ibidem*.
- ⁵⁹ N. Georgescu-Roegen, *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, in *Analytical Economics: Issues and Problems*, p. 240.
- ⁶⁰ *Ibidem*.
- ⁶¹ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, pp. 171-183.

⁶² P.A. Samuelson, *A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour*, "Economica", vol. 5 1938, pp.61-71.

⁶³ N. Georgescu-Roegen, *Choice and Revealed Preference*, pp. 226-227.

⁶⁴ S. Zamagni, *Georgescu-Roegen on consumer theory: an assessment*, p. 114.

⁶⁵ N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 258.

⁶⁶ N. Georgescu-Roegen, *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, p. 229.

⁶⁷ N. Georgescu-Roegen, *Utility*, p. 257.

⁶⁸ N. Georgescu-Roegen, *Vilfredo Pareto and His Theory of Ophelimity*, p. 334.

⁶⁹ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, pp. 186-190.

⁷⁰ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 72. Tale principio ritornerà poi nell'analisi Fondi-Flussi (si veda il III capitolo del presente lavoro). Non è da confondersi questo principio di complementarità in ambito economico con il «nuovo principio epistemologico noto come Principio di Complementarietà», elaborato da Niels Bohr, che afferma: «Solo la totalità dei fenomeni esaurisce l'informazione sugli oggetti» (*ibidem*).

⁷¹ N. Georgescu-Roegen, *Choice and Revealed Preference*, pp. 225-226

⁷² N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, pp. 192-193.

⁷³ N. Georgescu-Roegen, *A diagrammatic Analysis of Complementarity*, in *Energy and Economic Myths*, p. 355; il saggio è del 1952.

⁷⁴ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, pp. 194-195.

⁷⁵ *Ivi*, pp. 195-196.

⁷⁶ *Ibidem*.

⁷⁷ *Ivi*, p. 197.

⁷⁸ *Ivi*, p.197-198.

⁷⁹ *Ivi*, p. 199.

⁸⁰ *Ivi*, p. 194. Si riferisce al Passaggio di Platone contenuto in *Repubblica*, II 369D.

⁸¹ C. Menger, *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, Braumalter, Vienna1871; trad. it. *Principi di economia politica*, UTET, Torino 1976.

L'Autore si rifà agli scritti di Menger, perché l'economista austriaco intese l'economia come la scienza dell'azione individuale fondata sulla logica deduttiva e sviluppò un metodo rigoroso e deduttivo, ma

privo di formalizzazioni matematiche, definito “individualismo metodologico”.

⁸² N. Georgescu-Roegen, *Vilfredo Pareto and His Theory of Ophelimity*, p. 318.

⁸³ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations e Measurability*, pp. 212-213.

⁸⁴ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 145.

⁸⁵ *Ibidem*.

⁸⁶ *Ibidem*.

CAPITOLO II

UN NUOVO FONDAMENTO EPISTEMOLOGICO PER LA SCIENZA ECONOMICA

1. La critica alla teoria economica neoclassica

I saggi che sono raccolti nel volume *Analytical Economics, Issues and Problems* testimoniano come Georgescu-Roegen riesca a dimostrare l'estrema fragilità della teoria del comportamento del consumatore e, di conseguenza, dell'intera teoria economica neoclassica, che proprio su di essa si basa. Da qui la ricerca di una base solida e più aderente alla realtà su cui fondare la scienza economica. Una ricerca testimoniata dai volumi *The Entropy Law and the Economic Process* del 1971¹, e *Energy and Economic Myths* del 1976².

Tra gli elementi dell'economia neoclassica che Georgescu-Roegen attacca, vi sono la teoria di mercato e la concezione stessa del processo economico. L'Autore sostiene che l'economia di libero mercato³, contrariamente alla convinzione predominante, non sia il mezzo più idoneo a garantire la migliore allocazione dei beni scarsi. Anzi, in verità afferma che non è in grado né di gestire le risorse ambientali e i beni collettivi – che oramai stanno acquistando la caratteristica di scarsità –, né di portare ad una giusta allocazione delle risorse, andando invece ad allargare il divario fra ricchi e poveri, sia intesi come classi sociali, sia come Nazioni. Questa sua posizione è sostenuta ormai da un gran numero di studiosi.

Georgescu-Roegen afferma che il mercato non è mai stato in grado di rimediare ai “problemi bioeconomici”, e al riguardo porta vari esempi: se l'utilizzo di una risorsa ha effetti negativi sull'ambiente, ma è reso “necessario” dallo sviluppo industriale,

il farne aumentare il costo, per scoraggiarne l'uso il più delle volte, fa sì che gli unici risparmiatori siano i poveri.

L'Autore fa poi notare che nella maggior parte dei casi in cui si è intervenuti per difendere delle risorse ambientali, come i laghi, i fiumi o l'aria, si è dovuto ricorrere a restrizioni quantitative, e non al principio "chi inquina paga". Ancora, i prezzi che si formano sul mercato spesso non sono adeguati per indurre un uso razionale dei beni a cui si riferiscono: si pensi, ad esempio, a molte specie ittiche, che a causa di una pesca eccessiva rischiano l'estinzione nello scenario di un generale depauperamento di tutto il patrimonio ittico. Un altro esempio emblematico è l'acqua potabile, usata a basso costo nei processi produttivi⁴.

Se i prezzi di mercato non sono idonei a gestire correttamente l'uso delle risorse nel presente, ancor meno lo sono per produrre un'efficiente ripartizione fra le generazioni attuali e quelle future⁵. Quest'aspetto, la cui importanza è da tempo ampiamente riconosciuta, è un elemento fondamentale di ogni definizione di sviluppo sostenibile. Per Georgescu-Roegen, la distribuzione del patrimonio di risorse fra tutte le generazioni è uno dei problemi più rilevanti che il genere umano dovrà affrontare. Secondo l'Autore, l'economia da sola non può essere in grado di risolvere questo problema, in quanto l'amministrazione delle risorse riguarda una sola generazione, e non potrebbe essere altrimenti.

Il fondamento principale della teoria di mercato è l'idea che, a seguito di modificazioni delle curve di domanda e offerta, il sistema ritorni in *toto* alla posizione di partenza non appena si verificano fluttuazioni di segno opposto. L'andamento del processo economico è simile, perciò, a quello di un pendolo (solamente più complesso) che oscilla avanti e indietro con un tempo ciclico, senza che i fenomeni possano lasciare una traccia duratura⁶.

Secondo punto fondamentale dell'economia standard che Georgescu-Roegen attacca è il concetto di processo economico come relazione fra produzione e consumo, in un flusso circolare all'interno di uno schema chiuso ed autosufficiente⁷. Il fatto stesso che gli economisti ricorrano all'idea di "cicli economici", equivale a pensare che «le cose possano tornare a quello che erano prima, ripercorrendo in direzione opposta lo stesso sentiero»⁸. In questo schema non ha nessuna importanza l'ambiente naturale, e

non sono considerati i rifiuti prodotti dai processi produttivi e soprattutto dai beni finali dopo il loro uso. Questo porterà ad identificare l'economia con un processo meccanico, secondo una visione circolare di produzione-consumo comune tanto all'economia standard quanto a quella marxista⁹.

Altro elemento comune a queste due scuole di pensiero, e contestato dal Nostro, è la convinzione che la natura offra gratuitamente il suo apporto al processo economico¹⁰.

È da quest'impostazione meccanicistica del mercato e del processo economico che parte la radicale critica di Georgescu-Roegen all'economia moderna e alla filosofia che la ispira, e che lo porterà ad elaborare le basi per un impianto teorico alternativo all'economia standard, che dalla revisione dei fondamenti epistemologici della scienza economica giunge all'approccio bioeconomico basato sulla biologia e sulla legge di entropia.

2. Il paradigma meccanicistico in economia

Georgescu-Roegen, sviluppando la sua critica all'economia standard, va ad attaccare la logica meccanicistica che ha guidato la nostra cultura per quasi tre secoli, indirizzando il divenire della scienza e della società occidentale moderna e influenzando il resto del mondo. Impostazione che è andata perdendo il suo valore con l'avvento della meccanica statistica e dell'entropia, e in modo più drammatico con gli studi quantistici negli anni Venti.

L'Autore fa notare come, nonostante l'atteggiamento sia cambiato, non cercando più di dare alle varie discipline scientifiche una formulazione meccanicistica, sia ancora diffusa l'opinione che sia indispensabile dare alle varie teorie elaborate un impianto teorico, il quale abbia un ordinamento logico di concetti aritmomorfici, estratto mediante la formulazione matematica. Tale formulazione è chiaramente ispirata alla fisica meccanica e dimostra che il paradigma è rimasto sostanzialmente immutato. «L'attuale grido di battaglia dell'esercito degli scienziati non è più “tutte le scienze devono imitare la meccanica”, ma “nessuna scienza senza teoria”. Tuttavia, il cambiamento non va più in là dell'apparenza, perché per “teoria” s'intende normalmente un archivio logico del-

la conoscenza di cui la geometria e la meccanica costituiscono i modelli»¹¹.

Tra le idee e i concetti che derivano dal paradigma meccanicistico possiamo trovare:

- l'analisi cartesiana, mediante la quale dallo studio delle parti si è convinti di evincere le caratteristiche del tutto;
- una visione meccanicistica-newtoniana dell'universo come sistema composto da mattoni elementari;
- la visione del corpo umano come macchina;
- la visione della vita sociale come lotta e competizione per l'esistenza;
- la fiducia in un progresso materiale illimitato, da raggiungere attraverso la crescita economica e lo sviluppo tecnologico.

Tutti questi assunti sono stati però messi in discussione oltre che dalle scoperte scientifiche già richiamate, anche dai problemi socio-economici e ambientali che sono scaturiti dall'applicazione del dogma meccanicistico, e che oggi tutti noi possiamo osservare.

Tuttavia, nonostante nella fisica stessa le leggi della meccanica abbiano perso il ruolo di dogma fondamentale, nella cultura e nelle altre scienze vi è una certa "pigritia epistemologica", e l'esempio maggiore è dato proprio dall'economia. Per Georgescu-Roegen, dunque, l'economia è la scienza dove più sono evidenti «i violenti effetti dell'entusiasmo per l'epistemologia meccanicistica»¹².

L'Autore constata come «negli ultimi cent'anni gli economisti siano rimasti ostinatamente fedeli ad un'idea specifica»; quest'idea, o meglio questo modo di vedere le cose, è l'«epistemologia meccanicistica che ha dominato l'orientamento dei fondatori della scuola neoclassica», la cui massima ambizione «era quella di edificare la scienza economica secondo il modello della meccanica, intesa, nelle parole stesse di W.S. Jevons (1879, p. 21) quale "*meccanica dell'utilità e dell'interesse individuale*"»¹³.

Tuttavia: «La trasformazione dell'economia in una "scienza fisico-matematica" richiede una misura dell'utilità che non possediamo»¹⁴. Per superare quest'ostacolo allora si è semplicemente

supposto che questa misura esistesse, così da poter giungere ugualmente a dare una definizione e una spiegazione matematica dei fenomeni economici. «Malauguratamente questo atteggiamento acritico ha costituito [...] la caratteristica dell'economia matematica», scrive il Nostro, affermando che «non è esagerato dire che [...] equivale a voler impiantare un vivaio di pesci in un letto di fiori»¹⁵.

L'Autore constata come l'attaccamento, ancor'oggi, del corpo principale dell'economia alla vecchia posizione meccanicistica, non sia facilmente spiegabile. Un motivo potrebbe essere la miglior comprensione da parte della mente umana di un fenomeno, se questo viene descritto con un modello matematico. Infatti, i modelli economici implicano il principio di conservazione in base al quale nulla si crea o si distrugge, ma tutto si trasforma, che accostato ad un principio di massimizzazione costituisce un analogo modello meccanicistico nella sua forma più elementare.

Questi modelli, spesso, non sono nemmeno cinematici, perché svincolati da precisi riferimenti alla variabile tempo. Un «pessimo risultato», dunque, che dimostra come la causa più plausibile dell'inerzia epistemologica dell'economia sia una «malintesa economia di sforzo intellettuale»¹⁶.

3. La scienza teoretica, i concetti aritmomorfici e i concetti dialettici

Questa forma di “economia di pensiero” si rifà direttamente al modello di scienza che è andato sviluppandosi in occidente e che si è poi diffuso in tutto il mondo, definita “scienza teoretica”. Quest'ultima è intesa dal Nostro quale costruzione scientifica costituita da proposizioni descrittive logicamente ordinate, e che si possono raggruppare in due classi, *a* e *b*, in modo che:

- ogni proposizione di *b* discenda logicamente da qualche proposizione di *a*;
- nessuna proposizione di *a* derivi da un'altra proposizione di *a*.

La scienza teoretica permette così di catalogare le proposizioni conosciute in modo logico, determinando fra di esse una connes-

sione logica di tipo deduttivo¹⁷.

Ne consegue che, assieme ai concetti aritmomorfici, «la scienza teoretica è lo strumento sinora meglio riuscito per studiare la realtà, *data la scarsità innata delle facoltà fondamentali della mente umana*»¹⁸.

Caratteristiche essenziali di ogni edificio teoretico sono l'univocità delle sue conclusioni – in quanto può difendere dagli errori di pensiero attraverso la deduzione¹⁹ – e il carattere cumulativo. Si possono, infatti, apportare contributi specialistici senza rimettere in discussione il contenuto che già fa parte dell'edificio teoretico. Si ha perciò la possibilità di organizzare la conoscenza in modo logico con una economia di pensiero rispetto alla catalogazione²⁰. Inoltre, si può compiere una continua derivazione di proposizioni nuove, e quindi la scienza teoretica è una sorgente continua di proposte sperimentali²¹. La scienza teoretica si basa perciò su proposizioni logiche descrittive e definite, ognuna con il proprio preciso significato, che vengono logicamente ordinate²². Dato che l'esempio più elementare di un concetto discreto è rappresentato da ogni particolare numero reale, l'Autore propone di definire questi concetti come «concetti aritmomorfici»²³.

Tuttavia, solo la logica può rispondere a questi requisiti, mentre i «confini di ogni scienza positiva sono penombre in movimento. La fisica si confonde con la chimica, la chimica con la biologia, l'economia con la scienza politica e la sociologia, e così via»²⁴. Per la definizione e lo sviluppo di queste scienze sono vitali un gran numero di concetti che «non hanno confini aritmomorfici, ma *sono circondati da una penombra entro la quale si sovrappongono ai loro opposti*»²⁵. A questa categoria di concetti non può essere applicato il basilare principio di contraddizione della logica: «B non può essere A e non-A». Infatti, almeno in certe condizioni si può avere che «B sia A e non-A». Dato che quest'ultima asserzione è un punto fondamentale della dialettica hegeliana, l'Autore propone di chiamare questi concetti «concetti dialettici»²⁶.

Un ruolo essenziale nel pensiero di Georgescu-Roegen viene dunque a rivestire la distinzione tra i concetti dialettici e quelli aritmomorfici. Per l'Autore un concetto aritmomorfico è un concetto che possiede gli attributi del discreto, ed è rigorosamente

delimitabile. Tali concetti sono sempre nettamente distinguibili l'uno dall'altro, non hanno confini sfumati e non si sovrappongono. Un concetto dialettico, al contrario, non ha confini rigidamente determinati, anzi è delimitato da una "penombra" entro la quale si sovrappone il suo opposto. Nel linguaggio filosofico tradizionale, aritmomorfo è legato all'*essere*, mentre la dialettica al *divenire*. La connessione logica, tipica della scienza teoretica, non può però applicarsi così com'è definita ai concetti dialettici, e questo a causa del loro carattere mutevole, infatti «il cambiamento qualitativo si sottrae alla schematizzazione aritmomorfica»²⁷.

Storicamente troviamo due posizioni estreme riguardo ai concetti dialettici: da una parte i positivisti, i quali li escludono categoricamente dalla scienza, dall'altra gli hegeliani, che, sia pur in modo diverso, affermano che la conoscenza può essere raggiunta solo grazie al loro uso. Tuttavia, l'Autore fa notare che nemmeno Hegel ha mai negato l'enorme utilità dei concetti aritmomorfici, così come nessuno è mai riuscito a criticare i concetti dialettici senza farvi uso a sua volta²⁸. Georgescu-Roegen trova un compromesso tra queste due posizioni storiche, riconoscendo da una parte i vantaggi della logica e dei concetti aritmomorfici per l'organizzazione e il procedere della scienza e della conoscenza umana, d'altra ravvisando il ruolo essenziale dei concetti dialettici, i quali, grazie al loro significato in continua evoluzione, possono descrivere quei concetti importanti che non troverebbero una formulazione adeguata nell'aritmorfismo, quali ad esempio Stato, democrazia, istituzioni, utilità e bisogni.

Georgescu-Roegen attacca, dunque, quest'impostazione, innanzitutto criticando l'analisi basata solo su concetti aritmomorfici, in quanto l'economia si basa sullo sviluppo, sulla crescita, sul cambiamento, e una cosa "sempre uguale a sé stessa", come un concetto aritmomorfo appunto, non può spiegare la sua evoluzione. Alla base di ogni fenomeno evolutivo vi sono concetti dialettici, con i quali l'Autore ritiene possibile poter ragionare correttamente sul cambiamento inevitabile che avviene nei fenomeni reali, e che un'economista in quanto studioso di realtà sociali si trova a dover analizzare. Afferma il Nostro che «i fenomeni della vita non sono così semplici, perché non tutti i loro aspetti hanno la trasparenza dei concetti aritmomorfici. Senza con-

cetti dialettici le scienze della vita non potrebbero realizzare il loro compito»²⁹.

Georgescu-Roegen propone perciò un'epistemologia che integra la logica formale all'argomentazione dialettica, che pur non avendo il carattere di verificabilità della logica formale, fornisce quelle conoscenze differenziate che sono insostituibili nello studio dei fenomeni umani socioeconomici.

L'Autore sostiene che, probabilmente, questa era la stessa posizione di Marshall, il quale si opponeva «alla teorizzazione astratta e ingiustificata degli affari umani». Afferma Georgescu-Roegen: «Vale la pena ricordare il giudizio di Marshall secondo cui le *Lectures* di Jevons sarebbero state migliori senza la matematica, purché i grafici fossero mantenuti (Pigou 1925, p. 66). Con il senno di poi, si può dire che il sogno di Marshall era arrivare a una mediazione equilibrata tra le due scuole» e questo era ciò che auspicava anche il Nostro. D'altra parte l'Autore era conscio della difficoltà ad applicare una siffatta impostazione, e concludeva la sua osservazione citando Schumpeter (1951, p. 92): secondo il quale «la visione del processo economico, i metodi e i risultati di Marshall, sono ormai lontani dai nostri»³⁰.

4. Gli influssi sul pensiero di Georgescu-Roegen

Sono vari gli influssi presenti nell'epistemologia delineata da Georgescu-Roegen³¹: dall'esperienza parigina, dove assistette alle lezioni di Emile Borel, al periodo londinese, dove fu studente di Karl Pearson. Questi periodi formativi avranno una forte influenza su di lui, come lo ebbero lo studio delle opere di Percy Williams Bridgman, Henri Bergson e Alfred North Whitehead. Le riflessioni che nasceranno e si svilupperanno saranno rivolte all'insufficienza della matematica lineare e dei soli concetti aritmomorfici nello studio del cambiamento, dei fenomeni che evolvono, e di conseguenza all'importanza della concezione del tempo.

A Parigi, dove affiancò agli studi accademici di statistica intense letture di filosofia della scienza, il Nostro apprese la distinzione di Blaise Pascal tra *esprit géométrique* ed *esprit de finesse*³²,

definendola un altro modo di dividere i concetti aritmomorfici da quelli dialettici. L'Autore richiama Bridgman nell'ammettere che non tutti i concetti sono aritmomorfici e che, anzi, si può operare con successo con i concetti dialettici, ma questi non possono far parte della scienza. Questo implica che per scienza si intenda solo la "scienza teoretica", e a questo schema dovrebbero uniformarsi anche le scienze sociali. Il Nostro si chiede però se questo non andrebbe a peggiorare la situazione di tali discipline³³. Il problema sorge quando le scienze devono affrontare il *cambiamento qualitativo*, e questo perché «il cambiamento qualitativo si sottrae alla schematizzazione aritmomorfica»³⁴.

Tale convinzione dei limiti dei concetti aritmomorfici, come strumenti di analisi, è stata ripresa e approfondita dal matematico e filosofo inglese Alfred N. Whitehead, al quale Georgescu-Roegen si ispira accusando gli economisti di un uso eccessivo di modelli matematici. Lui, che fu tra i primi ad applicarli, afferma che indiscutibilmente la colpa dell'economia standard è la «fallacia della concretezza mal posta»³⁵. L'Autore usa l'espressione con la quale Whitehead descrive l'errore in cui si incorre considerando un'astrazione – per esempio l'*homo oeconomicus* – come se fosse la realtà, ben più complessa, che mediante l'astrazione si descrive – l'uomo quale *individuo* –, attribuendogli una concretezza e una evidenza matematica che sono perciò mal riposte.

Per Whitehead, la realtà è un processo di eventi che hanno una durata e che portano al cambiamento, ma ogni evento è legato agli altri e i contorni sono sfumati³⁶. Per il pensatore inglese non aveva senso considerare un istante di tempo come un semplice fatto primario. L'Autore aderirà a questa visione e userà, infatti, la distinzione introdotta dal francese Henri Bergson fra il tempo assoluto (T), il tempo della coscienza, e il tempo della fisica (t), inteso come istanti privi di durata (t_1); (t_2); ... i quali non sono in grado di spiegare l'evoluzione e quindi neanche i fenomeni studiati dalle scienze della vita. «Il fatto fondamentale della natura, il divenire di Bergson o l'evento di Whitehead, implica una *durata* con un'estensione temporale»³⁷.

Ulteriore riflessione di Georgescu-Roegen, nata dalla lettura degli scritti del pensatore inglese, riguarda l'identità. «Secondo Whitehead, noi comprendiamo la natura in termini di oggetti *uni-*

formi e di eventi *unici*, i primi costituenti ingredienti di questi ultimi»³⁸. Tuttavia, gli oggetti nel corso del tempo cambiano, non sono più gli stessi, non possono essere considerati «fuori dal tempo». Ma allora, «perché dovremmo distinguere fra oggetto, ossia Essere, e evento, ossia Divenire? [...] L'unica via di uscita è di riconoscere che la distinzione fra oggetto e evento non è discreta, ma dialettica»³⁹.

Come nota Bonaiuti, altri elementi del pensiero di Whitehead richiamati da Georgescu-Roegen sono la protesta per l'esclusione dei valori morali ed estetici dall'analisi dei fatti reali, e l'accusa di un'eccessiva specializzazione nel sapere scientifico e professionale, in quanto l'eccessiva frammentazione nell'analisi della realtà, è il motivo primo dell'incapacità di comprenderla fino in fondo⁴⁰. Afferma Becattini: «Il nucleo centrale del discorso georgescu-roegeniano consiste, a mio avviso, nella sua denuncia della “frantumazione aritmomorfica” di quel *continuum* che è la “realtà” sociale, implicita nel prevalente modo di far teoria, quale responsabile prima dell'incapacità di spiegare lo svolgersi della realtà sociale stessa»⁴¹.

Per Georgescu-Roegen, inoltre, non si può ricorrere alla formulazione di modelli applicabili ad ogni contesto: l'economia standard, invece, usando concetti aritmomorfici, cerca di giungere a conclusioni unificate, valide per ogni società. L'Autore evidenzia l'errore di un tale approccio reintroducendo l'importanza della dimensione storica, di quella istituzionale, di quella sociale e di quella antropologica, assolutamente fondamentali per l'elaborazione di una teoria adeguata, completa e coerente. Dimostrazione di ciò sono gli studi che l'Autore compie sull'economia contadina e sui Paesi in via di sviluppo⁴².

L'importanza data dal Nostro alla cultura e ai singoli contesti per lo sviluppo economico già negli anni Settanta, la si ritrova in questi ultimi anni nella riscoperta della dimensione locale da parte di molti movimenti ecologisti nati in risposta alla globalizzazione.

Probabilmente, i germi di questa convinzione dei limiti del formalismo matematico, nella rappresentazione della realtà e della necessità di un approccio interdisciplinare, risalgono al periodo di studi in Inghilterra. A Londra, infatti, l'Autore fu allievo di

Karl Pearson, docente di teoria delle probabilità, il quale pur potendo essere definito uno statistico degli anni del neopositivismo, rifiutava di estendere il meccanicismo alla biologia e alle scienze della vita, promovendo invece una comunicazione fra vari rami della scienza⁴³.

Per l'Autore, l'uso della logica e della matematica ha permesso all'uomo di raggiungere il grado di sviluppo attuale, ma ha in sé dei limiti e degli effetti negativi. Non si può ridurre tutto ad un concetto aritmomorfo, perché questo sia compreso e studiato. L'Autore chiama questo errore una «moderna superstizione», sottolineando più volte che «c'è un limite a ciò che possiamo fare con i numeri, come a ciò che possiamo fare senza di essi»⁴⁴.

5. Misurazione cardinale e ordinale, quantità, qualità e tempo

La scienza di riferimento nel corso degli ultimi secoli è stata la fisica, e il suo progresso è stato legato alla capacità di misurare le caratteristiche dei fenomeni fisici studiati. In particolare, nella fisica meccanica, quando ci si riferisce allo spazio e al tempo, non si intende «la *localizzazione* e il *tempo cronologico*, ma una *distanza uniforme* e un *intervallo di tempo uniforme*», perciò «i fenomeni meccanici sono indipendenti dal Luogo e dal Tempo»⁴⁵.

L'avvento della termodinamica ha però cambiato tutto ciò. Questo ramo della fisica è stato il secondo, dopo la meccanica, ad assumere una struttura teoretica, ma ha portato una radicale novità, ovvero l'inserimento di variabili *non cardinali*, come la temperatura e il tempo cronologico. La prima cosa misurata dall'uomo è stata la *quantità*: questo, ovviamente, ha presupposto un'astrazione delle variazioni *qualitative*. Ciò ha permesso di attribuire una stessa misura a diversi fenomeni o sostanze, ad esempio possiamo citare il peso, una forma di misurazione *cardinale* che permette sempre le operazioni di addizione e di sottrazione.

L'uomo, prima di giungere alla misurazione, era comunque in grado, dall'esperienza e dall'osservazione empirica, di stabilire un grado tra diversi fenomeni o caratteristiche: un oggetto poteva

essere più caldo di un altro, o, tra due sacchi di grano, il più grande pesava di più. Lo stesso poteva dirsi per il prima e il dopo. L'uomo perciò aveva graduato oggetti e fenomeni secondo un preciso ordine mentale: questo "grado" è il fondamento della misurazione *ordinale*. L'Autore richiama Bertrand Russel nell'affermare che è l'ordine, e non la quantità, ad occupare il ruolo centrale nella matematica pura⁴⁶.

Tuttavia, dato che la misura cardinale presuppone il poter esser proiettata in modo ordinale, si è troppo spesso agito pensando che la differenza fra le due misurazioni fosse irrilevante. Così facendo, si «trascura completamente l'ombra che la qualità proietta sulla misura puramente ordinale»: se non vi fosse un ruolo importante delle variazioni qualitative si potrebbe procedere alla somma e alla sottrazione fisica e quindi giungere ad una misurazione cardinale⁴⁷. Infatti, certi attributi che possono essere ordinati, non possono però essere misurati in modo cardinale con un indicatore.

L'esempio emblematico di quest'impossibilità è dato dall'entropia. Per questa misura, fondamentale per la fisica teorica, non esiste nessuno strumento in grado di dare una misura cardinale. Viene perciò sottovalutato l'impatto che ha sulla rappresentazione e sullo studio di un fenomeno, l'uso congiunto di variabili che sono misura di quantità e altre, invece, che sono misure di qualità quantificate. Non va dimenticato che la quantificazione non elimina la qualità⁴⁸. Consideriamo il valore della terra: spesso è omogeneo per vasti appezzamenti, ma non si ha un valore generale uguale per tutta la terra. La rendita differenziale è perciò un esempio di residuo qualitativo⁴⁹.

Afferma il Nostro che «la quantificazione, in quanto non determina la scomparsa della qualità, lascia un residuo qualitativo che viene necessariamente a trasferirsi entro la formula numerica che descrive il fenomeno. In caso contrario questa formula non potrebbe costituire una descrizione adeguata. Il problema è di scoprire sotto quale forma il residuo qualitativo si nasconde in una struttura puramente numerica»⁵⁰.

Continuando l'analisi, l'Autore nota che se «qualcuna delle variabili è una qualità quantificata, sembra non ci siano dubbi sul fatto che la formula sarà non lineare»⁵¹. Il Nostro giunge perciò

alla conclusione che «la non linearità è l'aspetto sotto il quale si manifesta il residuo qualitativo nella formula numerica di un fenomeno collegato alla qualità»⁵².

Secondo Georgescu-Roegen, una delle più grandi scoperte della matematica moderna si deve a Evariste Galois, il quale si accorse che diverse proprietà che si consideravano distinte potevano essere rappresentate da uno stesso modello astratto. Una volta confezionato il modello matematico, l'economista o il sociologo potrà riempire «le caselle vuote della matematica con qualche contenuto empirico specifico appartenente al proprio campo». Ciò spinse i matematici a concentrare la loro attenzione sul formalismo, soprattutto in ambito economico, dove «date le difficoltà di venire al sodo in economia, molti studiosi hanno trovato più comodo continuare con il formalismo matematico o, come spesso si dice, sostituire all'economia esercizi matematici»⁵³. Quest'atteggiamento ha portato «alla posizione epistemologica che considera i modelli formali come l'unica fonte di conoscenza»⁵⁴, mentre bisognerebbe «sempre tenere in mente che un modello aritmomorfo non ha nessun valore se non c'è un ragionamento dialettico da mettere alla prova»⁵⁵.

A questo proposito Samuelson dirà che il Nostro è un matematico così superlativo da essere immune alle seduzioni della rappresentazione della realtà attraverso i modelli matematici⁵⁶.

Georgescu-Roegen, tuttavia, precisa che l'attività economica non può non basarsi su una base cardinale, perché la cardinalità, non contemplando variazioni qualitative, è per la qualità una sorta di origine naturale. «Escluderla dalla nostra scatola degli strumenti equivale a distruggere anche ogni punto di riferimento per la qualità. [...] Specialmente in economia quest'idea si rivelerebbe rovinosa»⁵⁷.

Ciò che sta a cuore all'Autore è comunque dimostrare i limiti degli strumenti matematici e statistici, e la pericolosità di affidarsi solo ad essi incorrendo in quello che egli chiama «feticismo dell'adattamento delle curve»⁵⁸. Si dovrebbe spiegare un fenomeno attraverso modelli econometrici con poche variabili, che presentino un'affinità teorica che permetta una previsione dedotta da un'analisi semplice.

Attualmente, lamenta il Nostro, avviene proprio il contrario:

si cerca di spiegare dei fenomeni macroeconomici inserendo sempre più variabili, al fine di far corrispondere la curva al fenomeno, e questa tendenza è in aumento a causa del ricorso agli elaboratori elettronici. Una formula, per aspirare a divenire una legge, non deve semplicemente adattarsi alle osservazioni disponibili, ma deve esser valida per tutte le medesime osservazioni possibili.

L'Autore consiglia perciò maggior scetticismo e minor sicurezza nell'uso di leggi quantitative basate su un adattamento. In caso di previsioni fallaci si invoca l'intervento di cambiamenti evolutivi dagli effetti rilevanti e imprevisi, il che vuol dire ammettere che i fattori evolutivi, pur avendo un'importanza notevole, non si possono ricondurre ad uno schema aritmomorfo⁵⁹.

Mentre stava approfondendo la sua idea che la rappresentazione delle preferenze, su di un campo di beni cardinali misurabili, possa riflettere un residuo qualitativo, Georgescu-Roegen arrivò a formulare quello che chiamò *Principio di Complementarietà*⁶⁰. Tale principio afferma che se un consumatore ha una certa quantità di un bene a , o di un altro bene b , che rappresentano un reddito equivalente, allora nessuna mescolanza dei due beni può essere equivalente a una delle due posizioni iniziali. Questo per la presenza di un residuo qualitativo, perciò non serve una verifica empirica: è sufficiente che la scelta sia influenzata dalla qualità. Inizialmente, l'Autore asserì che le mescolanze sono generalmente preferite; più tardi però affermò che solo l'evidenza empirica può determinare il senso, positivo o negativo, in cui il residuo qualitativo influisce sulla proporzionalità⁶¹.

Un economista che si serve solo di modelli matematici è incline al "grave vizio" d'ignorare del tutto i fattori qualitativi che sono la causa della variabilità endogena dei processi studiati⁶². «Perciò, l'idea che le propensioni umane, che sono il veicolo principale del Cambiamento economico, non siano concetti aritmomorfici non è una fantasticheria di una scuola di pensiero non scientifica». Da qui: «La conclusione ovvia è che, se l'economia dev'essere una scienza non solo delle quantità "osservabili" ma anche dell'uomo, allora deve affidarsi in ampia misura al ragionamento dialettico».

L'Autore afferma che ha cercato tutte le prove per sostenere

che nessuna scienza può evitare del tutto i concetti dialettici, perché nessuna scienza può ignorare per sempre il cambiamento⁶³.

6. L'emergere della novità e il fenomeno dell'*isteresi*

Dunque, una rappresentazione puramente cardinale non permette di cogliere appieno tutti gli elementi di un fenomeno. L'Autore porta ad esempio la chimica, nella quale, pur conoscendo le caratteristiche di due elementi, non possiamo conoscere a priori quali saranno le qualità del composto che si può ottenere unendoli. Non si può dedurre la qualità di una sostanza dalla sua formula chimica. I nuovi composti sono quasi tutti per qualche aspetto una *novità*. Per questo la chimica *non è una scienza teoretica*, perché anche se è realizzabile una costruzione teoretica, il numero dei composti conosciuti determinerebbe un'immensità di proposizioni vanificando l'economia di pensiero, uno dei vantaggi principali del suo uso.

Per Georgescu-Roegen, queste considerazioni sull'importanza epistemologica della novità si devono estendere dai composti chimici a tutte le forme della Materia, fino agli organismi biologici e sociali. Un determinato evento, se non è mai stato osservato prima può riservare delle novità. Ci si trova perciò in una situazione d'incertezza, comune in tutti quei casi in cui non è possibile prevederne l'esito⁶⁴. «A maggior ragione questo vale per le scienze che si occupano dell'evoluzione, perché la scena dell'evoluzione è dominata dalla novità». Ecco perché l'economia non può essere una scienza teoretica⁶⁵.

Nella fisica i fenomeni studiati dipendono solitamente dalle condizioni presenti, e si presume che ogni fenomeno sia reversibile. Eppure, a volte, anche la storia passata influisce, e l'Autore richiama il caso del comportamento di un magnete, chiamato tecnicamente *isteresi magnetica*. Ma va oltre, rievocando una teoria di David Bohm, condivisa da Louise de Broglie, in base alla quale il principio d'indeterminazione di Heisenberg è proprio la conseguenza della mancata considerazione della storia delle particelle. Quindi, l'accumulo degli effetti degli avvenimenti passati sul presente non riguarda solo i fenomeni della vita. Tuttavia, in que-

sti ultimi sembra impossibile procedere a ritroso fino a raggiungere lo stato in cui «*il livello di storia è zero*»⁶⁶.

Un caso d'isteria che l'Autore studia è quello del consumatore individuale, ossia del cambiamento di comportamento e di gusti al variare dei prezzi e del reddito. Per il Nostro, gli economisti, considerando ovvio questo aspetto, lo hanno sottovalutato. Georgescu-Roegen, che fu matematico prima che economista, ci racconta che tentò una formalizzazione del problema per evidenziare i problemi che l'impostazione di Pareto-Fisher si trovava ad affrontare, una volta considerato l'effetto di isteresi sul comportamento del consumatore. L'Autore si accorse ben presto che non era possibile determinare l'equilibrio del consumatore, dati reddito e prezzi, estrapolando in modo utile una legge dell'isteresi. Anche facendo esperimenti delle più svariate situazioni non si potrebbe ricavare una legge generale sull'effetto dell'isteresi⁶⁷. «Ma l'aspetto più sconcertante del problema si manifesta nel fatto che ogni volta che l'individuo è messo di fronte a un *nuovo bene di consumo* il suo comportamento subisce, per così dire, uno shock qualitativo». L'Autore considera quindi un grave errore ritenere che le innovazioni modifichino solo l'offerta. «L'effetto di un'innovazione tecnologica sul processo economico consiste sia di un riassetto industriale che di un riorientamento del consumatore, e spesso anche di un mutamento strutturale nella società». Da queste considerazioni Georgescu-Roegen arriva ad affermare che «la storia di un individuo o di una società appare come il risultato di due fattori: un processo di isteresi e l'emergenza di novità»⁶⁸. Diventa perciò cruciale lo scorrere del *tempo* e l'*evoluzione*.

Secondo l'Autore, è improbabile che si arrivi a misurare, prima o poi, tutte le variabili⁶⁹: man mano che ci si sposta verso strutture più complesse, fisiche, chimiche, biologiche o sociali, non è più possibile dedurre le qualità della struttura da quella dei singoli componenti, ovvero il tutto è qualcosa di più della somma delle sue parti⁷⁰, in pieno accordo con il pensiero sistemico. Quel qualcosa in più è l'organizzazione, che porta alla novità e all'evoluzione, le quali non possono essere descritte in modo aritmomorfo, o meglio ricorrendo alla semplice matematica lineare⁷¹.

Le conclusioni a cui approda Georgescu-Roegen lo collocano all'interno di un cambiamento di pensiero che avviene a cavallo fra gli anni Sessanta e gli anni Settanta, e che porterà a conclusioni simili molti studiosi di diverse scienze indipendentemente l'uno dall'altro, dando vita al cosiddetto paradigma sistemico. Tra queste nuove scoperte possiamo citare: la teoria delle *strutture dissipative* di Ilya Prigogine, la teoria del *laser* di Hermann Haken, la teoria degli *ipercicli* di Manfred Eigen, la teoria dell'*autopoiesi* di Maturana e Varela e la teoria di *Gaia* di James Lovelock e Lynn Margulis⁷².

7. Dalla meccanica alla termodinamica: il tempo e l'evoluzione

Nello studio dell'evoluzione e del cambiamento qualitativo Georgescu-Roegen si concentrerà sulla *termodinamica* e sull'*entropia*⁷³.

Nella fisica meccanica il tempo era considerato come un intervallo, e i fenomeni studiati erano reversibili, con l'avvento della termodinamica questo non fu più possibile.

La termodinamica nasce nel 1824 dalle memorie di Sadi Carnot sull'efficienza delle macchine a vapore. Il concetto di base è che il calore si sposta sempre dal corpo più caldo a quello più freddo, e non è possibile invertire il processo. La fisica meccanica non poteva spiegare un movimento unidirezionale, perciò nacque una nuova branca, la termodinamica appunto, che in seguito dimostrò che anche l'energia segue un'unica direzione.

Si diffuse così l'idea che esistesse un tempo reversibile t della meccanica, e uno irreversibile della termodinamica. In verità, precisa l'Autore, questa dualità fra il tempo della meccanica e quello della termodinamica è puramente apparente. «In realtà T rappresenta il tempo considerato come il fluire della coscienza, [...] mentre t rappresenta la misura per mezzo di un *orologio meccanico*, di un intervallo (T' , T'')»⁷⁴. D'altra parte, tale distinzione risulta utile in riferimento ai fenomeni che stiamo studiando, se meccanici o evolutivi.

In meccanica i fenomeni vengono suddivisi in reversibili e irreversibili, ma secondo l'Autore, qualora si considerino anche i

processi evolutivi, è necessario fare un'ulteriore distinzione e introdurre il termine *irrevocabili*. Un processo è *reversibile*, secondo la definizione meccanica, se e solo se può ripercorrere fase per fase il proprio corso in senso inverso. Per il Nostro, qualora si considerino i fenomeni non reversibili, bisogna distinguere tra fenomeni *irreversibili*, i quali possono ritornare ad una qualsiasi delle fase precedenti – un esempio sono i fenomeni ciclici – e fenomeni *irrevocabili*, i quali non possono passare più di una volta attraverso un determinato stato del loro processo⁷⁵.

Alla categoria dei fenomeni irrevocabili appartengono quelli studiati dalla termodinamica. Basti pensare alla perdita di calore che non può venire recuperata, o all'energia. Infatti, basilare distinzione nella termodinamica – di chiara natura antropomorfa – è quella dell'energia che può considerarsi, in base al suo stato qualitativo, energia *libera* o *utilizzabile*, oppure energia *legata* o *inutilizzabile*⁷⁶. L'energia libera è energia che può essere trasformata in lavoro meccanico: se in seguito a tale trasformazione non può più essere utilizzata ecco che diventa energia legata, inutilizzabile dall'uomo per i propri fini. Ma energia legata è anche energia esistente in natura – come quella delle onde o dell'attrazione gravitazionale – che l'uomo non può sfruttare. Questa modificazione qualitativa è la prima accezione di *entropia*⁷⁷, la quale evidenzia una «freccia del tempo» ben precisa, ed è pertanto una legge evolutiva⁷⁸.

8. L'entropia come nuovo riferimento per la scienza economica

La legge di entropia nasce quindi dallo studio del rendimento delle macchine a vapore a massimo regime, ossia della loro economicità. Per l'Autore, «la scienza della termodinamica [...] non è in fondo che la fisica del valore economico», e dunque afferma che: «Incontestabilmente Sadi Carnot fu il primo vero econometrico»⁷⁹.

Il processo economico è perciò legato alla termodinamica ed è quindi un processo evolutivo, e, come si vedrà nel prossimo capitolo, l'entropia è la legge sulla quale la scienza economica

dovrebbe basarsi e valutare i suoi risultati. Questo è il punto di svolta cruciale nel pensiero di Georgescu-Roegen, che permetterà di far seguire alle critiche sull'economia standard e su quella marxista, un modello alternativo di economia, o quanto meno le basi su cui costruirlo.

NOTE

¹ N. Georgescu-Roegen, *The entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971.

² N. Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, Oxford 1976.

³ Al pari dell'economia comunista di stampo marxista.

⁴ N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica in Energia e miti economici*, p. 133.

⁵ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 277.

⁶ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici in Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 24.

⁷ *Ibidem*. Su questa visione circolare del processo economico e sull'analogia con il movimento meccanico del pendolo si veda anche Id., *L'economia politica come estensione della biologia* "Note economiche", rassegna economica del Monte dei Paschi di Siena, anno VII, n. 2, marzo aprile 1974, pp. 5-8, ristampato in Id., *Bioeconomia - Verso un'altra economia*, pp. 65-78.

⁸ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 8.

⁹ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, pp. 265-266.

¹⁰ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 24.

¹¹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, p. 21.

¹² *Ibidem*.

¹³ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 23.

¹⁴ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 21.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 7.

¹⁷ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 8. Cfr. anche Id., *Teoria economica ed economia agraria*, in *Analisi economica e processo economico*, pp. 160-161.

¹⁸ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 17.

¹⁹ Ogni proposizione che costituisce l'edificio teoretico – esclusi i postulati, che sono premesse –, è legata a qualche altra proposizione in base a una connessione logica di tipo deduttivo. La deduzione (o inferenza deduttiva) è quel procedimento razionale mediante il quale si de-

riva una certa conclusione poste determinate premesse. In questo modello una deduzione è tale perchè dalla verità di tutte le premesse segue necessariamente la verità della conclusione.

²⁰ *Ivi*, pp. 8-9.

²¹ *Ivi*, pp. 13-14.

²² «Per riassumere: *anatomicamente*, la scienza teoretica è conoscenza logicamente ordinata. [...] *Fisiologicamente*, è continua secrezione di proposte sperimentali che vengono collaudate e organicamente integrate nell'anatomia della scienza. [...] *Teleologicamente*, la scienza teoretica è un organismo alla ricerca di nuova conoscenza», *ivi*, p. 18.

²³ *Ivi*, p. 26.

²⁴ *Ivi*, p. 25.

²⁵ *Ivi*, p. 27.

²⁶ *Ivi*, p. 28. Ovviamente, nella distinzione tra concetti dialettici e concetti aritmomorfici l'Autore si è ispirato alle idee di Hegel e Marx. A proposito del rapporto con le idee hegeliane, l'Autore precisa (*Prospettive e orientamenti in economia*, p. 28, nota 24): «La connessione fra concetti dialettici secondo questa definizione e logica hegeliana non si limita a questo principio. Tuttavia, anche se la mia argomentazione si sviluppa ispirandosi alla logica hegeliana, non seguo Hegel in tutto e per tutto. Siamo consapevoli, e ben a ragione, che ignorare Hegel può essere tremendamente rischioso. Può darsi che seguendo Hegel solo in parte si corra un rischio ancor più grande; d'altra parte non ho altra scelta che di affrontarlo».

Mauro Bonaiuti nota come Georgescu-Roegen non pone differenza tra la dialettica di Hegel e quella di Marx, ma rivela che fu proprio quest'ultimo, come emerge dalla corrispondenza dell'Autore, «con la sua mescolanza di elementi analitici e dialettici nella rappresentazione del processo economico, ad ispirare al nostro la distinzione tra concetti aritmomorfici e dialettici», M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, p. 66.

²⁷ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 37.

²⁸ *Ivi*, pp. 32-33.

²⁹ *Ivi*, p. 53.

³⁰ N. Georgescu-Roegen, *Ricette fattibili contro tecnologie vitali*, in Id., *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, p. 194.

³¹ Sugli influssi sul pensiero di Georgescu-Roegen si veda M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, pp. 20-27, 71-75.

³² N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 34.

³³ *Ivi*, p. 35.

³⁴ *Ivi*, p. 37.

- ³⁵ *Ivi*, p. 128.
- ³⁶ *Ivi*, pp. 41-43, 45-46.
- ³⁷ *Ivi*, p. 41. Sul ruolo del tempo si vedano anche le pp. 82-84. Per Whitehead l'evento non è né un fatto semplicemente oggettivo, né solamente un contenuto della coscienza, ma è dato dall'interazione tra soggetto e realtà.
- ³⁸ *Ivi*, p. 45.
- ³⁹ *Ivi*, p. 46.
- ⁴⁰ M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, pp. 74-75.
- ⁴¹ G. Beccatini, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Analisi economica e processo economico*, pp. X-XI.
- ⁴² A riguardo si possono citare per esempio gli scritti di N. Georgescu-Roegen, *Teoria economica ed economia agraria*, in *Analisi economica e processo economico*, pp. 157-210; Id., *Ineguaglianza, limiti e crescita da un punto di vista bioeconomico*, in Id., *Bioeconomia - Verso un'altra economia*, (a cura di M. Bonaiuti), pp. 114-126.
- ⁴³ M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, pp. 23-24.
- ⁴⁴ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 55.
- ⁴⁵ *Ivi*, p. 57.
- ⁴⁶ *Ivi*, pp. 59-60.
- ⁴⁷ *Ivi*, p. 60.
- ⁴⁸ *Ivi*, pp. 61-62.
- ⁴⁹ *Ivi*, p. 70.
- ⁵⁰ *Ivi*, p. 62.
- ⁵¹ *Ivi*, p. 65.
- ⁵² *Ivi*, p. 63.
- ⁵³ N. Georgescu-Roegen, *Considerazioni sullo scritto "Delusioni dell'econometria" di Corrado Gini*, in *Energia e miti economici*, p. 262.
- ⁵⁴ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, pp. 69-70.
- ⁵⁵ *Ivi*, p. 149.
- ⁵⁶ P.A. Samuelson, *Foreword* a N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1966, p. IX.
- ⁵⁷ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, pp. 70-71.
- ⁵⁸ N. Georgescu-Roegen, *Considerazioni sullo scritto "Delusioni dell'econometria"*, p. 271.
- ⁵⁹ *Ivi*, pp. 271-272.
- ⁶⁰ N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*,

pp. 186-190. Cfr. Id., *A diagrammatic Analysis of Complementarity*, in *Energy and Economic Myths*, pp. 351-370.

⁶¹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 72. Tale principio ritornerà poi nell'analisi Fondi-Flussi (si veda più sotto la nota n. 80). Non è da confondersi questo principio di complementarità in ambito economico con il «nuovo principio epistemologico noto come Principio di Complementarietà», elaborato da Niels Bohr, che afferma: «Solo la totalità dei fenomeni esaurisce l'informazione sugli oggetti» (*ibidem*).

⁶² N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 144.

⁶³ *Ivi*, p. 145.

⁶⁴ *Ivi*, pp. 73-75. Sul concetto di “organismi sociali” si può fare un interessante confronto con la posizione, per molti versi simile ma più sviluppata, di F. Capra in *La scienza della vita*, Rizzoli, Milano 2003. Cfr. anche M. Bonaiuti, *Introduzione a N. Georgescu-Roegen, Bioeconomia - Verso un'altra economia*, (a cura di M. Bonaiuti), pp. 21-23.

⁶⁵ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 130.

⁶⁶ *Ivi*, p. 78.

⁶⁷ *Ibidem*. L'Autore, inoltre, dopo aver affermato la difficoltà nel formulare una legge d'isteresi utile, riconosce, proprio per questo motivo, l'importanza dei contributi di James Duesenberry e Franco Modigliani sull'effetto che l'isteresi ha sulla propensione al risparmio.

⁶⁸ *Ivi*, p. 79.

⁶⁹ *Ivi*, p. 63.

⁷⁰ *Ivi*, pp. 104-110.

⁷¹ Analizzando l'influenza di Whitehead su Georgescu-Roegen il Bonaiuti afferma: «In definitiva Whitehead mise a punto una filosofia della scienza di tipo relazionale, organicistico, la quale non solo contribuì a legittimare l'epistemologia dialettica di Georgescu-Roegen, ma anticipò la visione di quei nuovi epistemologi, come Gregory Bateson, Ilya Prigogine, Edgar Morin che hanno inteso gettare un ponte tra scienze fisiche e scienze naturali, tra natura e cultura». M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, p. 75.

⁷² Per una trattazione del paradigma sistemico e delle scoperte scientifiche che portarono ad un ritorno di questa visione si veda F. Capra, *La rete della vita*, Milano 2000. Sulla nascita, invece, di un teorico «terzo paradigma» a cui far riferimento per un ulteriore sviluppo della teoria bioeconomica si veda M. Bonaiuti, *Introduzione a N. Georgescu-Roegen, Bioeconomia - Verso un'altra economia*, (a cura di M. Bonaiuti), p. 10.

ti), pp. 21-23.

⁷³ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, pp. 80-81.

⁷⁴ *Ivi*, p. 84.

⁷⁵ *Ivi*, p. 101.

⁷⁶ *Ivi*, p. 81.

⁷⁷ «Il termine “entropia” è stato coniato da Rudolf Clausius e deriva da una parola greca che significa “trasformazione”, “evoluzione”», N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 77, nota 13.

⁷⁸ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 80.

L'Autore in questa pagina spiega che E è una proposizione che descrive un attributo ordinale di un sistema (o entità) dato, e che se $E1 < E2$ allora $E2$ è posteriore ad $E1$, ovvero $E2$ segue $E1$ nella sequenza ordinale E , allora E è un indice evolutivo. Quindi, conclude l'Autore, richiamando il termine espressivo introdotto da Eddington, si può dire che E costituisce una «freccia del tempo». Georgescu-Roegen trae questa espressione da A. S. Eddington, *The Nature of the Physical World*, New York 1943, pp. 68-69, trad. it. *La natura del mondo fisico*, Bari 1987.

⁷⁹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, F. Angeli, Milano 2003, p. 99.

CAPITOLO III

L'ENTROPIA E LA PRODUZIONE ECONOMICA

1. Dalla fisica meccanica alla termodinamica

Georgescu-Roegen è uno fra gli uomini di scienza più notevoli di tutto il Novecento. Paradossalmente, pur godendo di rispetto diffuso e ammirazione, testimoniati da numerosi riconoscimenti da parte della comunità scientifica, il suo pensiero venne poi fatto cadere nel vuoto: quasi a voler riconoscere l'alto valore scientifico del Nostro, senza però entrare nel merito delle sue teorie. D'altra parte, il suo pensiero si sviluppa mettendo in dubbio le fondamenta stesse della scienza economica, fino a riconsiderare l'uso di modelli formali matematici e a rigettare gli schemi meccanicistici nell'interpretazione della realtà. Egli giungerà ad assumere l'entropia e la termodinamica quali nuovi cardini su cui basare l'analisi economica, ponendo così l'economia in rapporto con le scienze della vita.

Il tempo, e l'emergere sempre più prepotente degli effetti negativi delle attuali forme di produzione e consumo, hanno finalmente stimolato una lettura più attenta delle opere di quest'autore dall'impianto interdisciplinare. Ponendo al centro del suo studio la sopravvivenza e il benessere della specie umana, il Nostro fu, infatti, costretto a valicare i limiti del ristretto campo economico¹, grazie alle competenze acquisite nella fisica, nella chimica e nella biologia².

In questo capitolo si cercherà di illustrare l'assunzione dell'entropia da parte di Georgescu-Roegen quale chiave di lettura del processo economico, un percorso che lo porterà alla costruzione di una nuova base epistemologica per la scienza economica.

2. Fallacia della visione ciclica del processo economico

Nei suoi studi Georgescu-Roegen aveva evidenziato come a causa di un «attaccamento indiscriminato al dogma meccanicistico, in forma esplicita o tacita, è derivata la concezione del processo economico come modello meccanico», che si risolve in un principio di conservazione/trasformazione e in una regola di massimizzazione, senza essere collegata ad una precisa dimensione temporale, riducendosi così ad una «cinematica *atemporale*»³.

Ne consegue una visione ciclica dei fenomeni economici che funge da fondamento per la teoria dell'equilibrio, in base alla quale, in seguito a turbamenti della domanda e dell'offerta, il sistema economico ritorna alle condizioni iniziali non appena i fattori di perturbazione svaniscono, con una reversibilità completa dei fenomeni di chiara derivazione meccanicistica. Il processo economico viene così considerato come «un flusso circolare autosufficiente tra “produzione” e “consumo”», ma in verità «non è isolato e autosufficiente, esso non può sussistere senza un interscambio continuo che provoca cambiamenti cumulativi sull'ambiente, il quale ne è a sua volta influenzato»⁴.

Si riconosce quindi che il processo economico non è chiuso, costituito dalle sole fasi della produzione e del consumo, ma strettamente legato all'ambiente circostante, e comprensivo anche delle fasi di reperimento delle materie prime e di smaltimento dei prodotti una volta utilizzati. La natura non offre gratis i propri beni (materie prime) e i propri servizi (assorbimento e parziale neutralizzazione dell'inquinamento), ma richiede un costo, il quale va poi a scaricarsi sulla collettività sotto forma di spese per il ripristino dell'ambiente o di spese sanitarie dovute a patologie insorte a causa di una minor qualità ambientale.

Georgescu-Roegen, dopo aver evidenziato i limiti e gli errori delle teorie economiche standard, ispirate ai principi fondamentali della fisica meccanica e della matematica lineare, si mette alla ricerca di un approccio concettuale che consideri gli aspetti qualitativi e il fattore tempo legato all'evoluzione dei fenomeni. Un tale approccio è teso a riallacciare il rapporto tra economia e Natura, cercando di integrare nella scienza economica gli apporti delle scienze della vita, biologia *in primis*, per darle un fonda-

mento nuovo e giungere a quella che l'Autore definisce "bioeconomia". Ed è in questo approccio interdisciplinare che egli studierà l'entropia e la termodinamica.

3. La legge di entropia e l'economia

Gli studi sull'entropia furono i primi a creare una crepa nell'ordine determinista della fisica classica che considerava tutti i fenomeni reversibili, al contrario della termodinamica che introdusse il concetto di irreversibilità. Il secondo principio della termodinamica, accennato da Carnot in uno studio sul rendimento di macchine a vapore con temperatura al massimo, fu ripreso e formulato compiutamente da Rudolf Clausius, il quale coniò nel 1950 il termine "entropia", che deriva dal greco e significa "trasformazione", "evoluzione"⁵. Tale principio afferma che, in ogni produzione di lavoro mediante calore, una parte dell'energia impiegata passa da una forma disponibile ad una indisponibile. L'energia sotto forma di calore subisce inevitabilmente un processo di degradazione, la cui misura è chiamata appunto "entropia"⁶. Le prime due leggi della termodinamica si possono così riassumere:

- l'energia dell'universo rimane costante;
- l'entropia dell'universo tende ad un massimo.

La termodinamica classica studia *sistemi isolati* – che non scambiano quindi né materia, né energia con l'esterno – a livello macroscopico, in cui ogni forma di energia finisce per essere trasformata in calore. L'entropia tende quindi necessariamente a un massimo, a cui corrisponde un'omogeneità termica, un equilibrio termodinamico in cui non è più possibile ottenere alcun lavoro chiamato "morte termica". A poco a poco, alla dinamica del calore sono state associate anche altre forme macroscopiche di energia. Nella formulazione classica si ha:

$$dU = dQ + pdV$$

dove dU è l'energia interna al sistema, dQ il calore e pdV la quantità di lavoro.

L'incremento di entropia è dato da:

$$dS = dQ / T$$

ovvero il rapporto tra l'incremento infinitesimale di calore dQ e la temperatura assoluta del sistema T .

I processi reali non hanno però luogo a velocità infinitesimali, perciò l'entropia in questi sistemi non può essere empiricamente misurata, come fa ben notare Georgescu-Roegen. La valutazione dello stato entropico nei sistemi termodinamici reali resta quindi sostanzialmente di tipo qualitativo.

Nello studio dell'entropia particolare importanza riveste il lavoro di Ludwig Boltzman, il quale, seguendo gli studi di James Clerk Maxell, padre della meccanica statistica⁷, elaborò un esperimento concettuale volto a definire l'entropia a livello molecolare, attraverso una formula di probabilità che definisce la possibile posizione di alcune molecole in un ambiente chiuso idealmente suddiviso in due zone:

$$E = K \log n$$

Anche in questo caso, però, l'esperimento è puramente teorico e legato ad una certa casistica fenomenologia. Tuttavia, questa formula, anche se non garantisce l'equivalenza tra entropia classica e statistica, è fondamentale in termodinamica, perché «collega il grado di disordine all'entropia di un microstato». Una definizione di entropia, in questo senso, può essere: «Come dicono i fisici, in termini non tecnici, *in natura l'ordine tende costantemente a trasformarsi in disordine*»⁸.

Nonostante l'impossibilità di misurarla, l'entropia si dimostra una sorta di legge fondamentale che regola la vita nell'universo in genere, quindi anche nel mondo economico, perciò l'Autore ne fa il punto centrale della sua costruzione scientifica. Nel processo economico l'attività umana determina delle trasformazioni di materia ed energia, e l'entropia è la legge che si occupa proprio di queste trasformazioni⁹. Secondo Georgescu-Roegen, l'entropia si può applicare direttamente ai processi di produzione che utilizzano materia ed energia, e quindi al motore del processo industriale. «La termodinamica è in fondo una fisica del valore economico [...] e la legge dell'entropia è la più economica di tutte le leggi

naturali»¹⁰.

Per l'Autore, l'entropia diviene la base scientifica del valore d'uso di un bene: tutto ciò che è utile per l'uomo è dotato di un elevato ordine, quindi di bassa entropia. La bassa entropia, essendo scarsa, diviene il "substrato fisico" del valore economico. La scarsità è dovuta al fatto che, «una data quantità di bassa entropia può esser utilizzata da noi una sola volta»¹¹.

Tuttavia, benché l'Autore concentri la sua analisi sul piano materiale, egli sostiene che il vero prodotto del processo economico è un elemento intangibile, che chiama «l'ancora misterioso *flusso immateriale* del godimento della vita»¹². L'*enjoyment of life* si compone di tre elementi: il flusso dei beni di consumo, il godimento del tempo libero e le fatiche del lavoro¹³. Il godimento della vita, essendo alla base della domanda, risulta dunque complementare all'entropia nella determinazione del valore economico.

4. Il dogma energetico

Georgescu-Roegen ha seguito lo sviluppo degli studi sulla termodinamica e, in particolare, il momento importante rappresentato dalla nascita delle teorie di Ilya Prigogine e della scuola di Bruxelles, in cui l'attenzione si sposta dai *sistemi chiusi* (che possono scambiare solo energia sotto qualsiasi forma con l'esterno) ai *sistemi aperti* (i quali possono scambiare sia energia che materia con l'esterno). Con questi studi si vengono ad identificare quelle che sono state definite da Prigogine *strutture dissipative*, le quali, attraverso la dissipazione di energia, creano e mantengono l'ordine al loro interno. L'Autore fa notare, però, che in questa teoria la materia è considerata solo come veicolo per il trasporto dell'energia, sostituendo la formula:

$$dU = dQ + pdV \quad \text{con} \quad dU = d\emptyset + pdV$$

dove \emptyset è il trasferimento di energia dato dal trasferimento di calore e dallo scambio di materia, mentre pdV rimane la quantità di lavoro¹⁴.

Nessuna delle ricerche che seguirono a questa nuova prospet-

tiva della termodinamica arrivò mai ad indicare che la materia, come l'energia, è sottoposta ad una degradazione entropica continua ed irrevocabile.

L'Autore afferma: «Nei primi lavori sulla relazione tra il processo economico e la legge della termodinamica, ho affermato semplicemente “che noi non possiamo utilizzare una quantità data di bassa entropia che una sola volta” (Georgescu-Roegen 1966, 1971, 1973). A quell'epoca non potevo immaginare che la scienza potesse sostenere il contrario per ciò che concerne la materia»¹⁵.

È per questo che non aveva mai esplicitato la sua convinzione che tanto l'energia quanto la materia subiscono un'irreversibile degradazione da forme disponibili a forme indisponibili. Lo farà solo nel corso degli anni Settanta, quando cercherà di opporsi alla crescente popolarità del cosiddetto “dogma energetico”, suffragando la propria posizione con argomentazioni specifiche fino alla formulazione della sua “Quarta legge della termodinamica”¹⁶, la quale divenne in seguito uno dei punti più dibattuti della produzione dell'Autore, dividendo chi ne metteva in dubbio la validità scientifica, da chi ne difendeva l'indubbia validità pratica.

5. Una lezione dalla fisica

Il dogma energetico, a cui si oppose il Nostro, ha assunto varie forme, e dal punto di vista della fisica può essere così definito: «basta aggiungere sufficiente energia a un sistema per ottenere qualunque materiale si desideri»¹⁷. Ciò significa che, disponendo di una quantità sufficiente di energia, è possibile riciclare qualunque quantità di materia, pertanto non esistono vincoli materiali alla crescita.

Per prima cosa, Georgescu-Roegen fa notare come questo assunto si riferisca ad un sistema aperto e non chiuso come lo è la Terra, altrimenti sarebbe un'affermazione «del tutto volgare»¹⁸. Dopodiché, afferma che tale dogma non mette in discussione che i materiali si usurino continuamente ed inevitabilmente, ma che è caratterizzato dall'idea che con sufficiente energia si possano recuperare le particelle di materia disperse ai quattro venti, come ad

esempio raccogliere tutte le parti disperse per la frizione dei pneumatici sulle strade e rigenerando così anche i pneumatici stessi¹⁹.

L'Autore, per attaccare questa teoria, ne analizza i punti di appoggio. Innanzitutto, fa notare che un'operazione di raccolta delle particelle disperse impiegherebbe un'infinità di tempo. Inoltre, servono supporti materiali per attuarla, i quali, nel tempo richiesto dall'operazione, sarebbero sottoposti ad usura con conseguente dispersione di altre particelle di materia in un circolo vizioso.

Georgescu-Roegen poi avverte che usare la relazione tra massa e materia, $E = mc^2$ di Albert Einstein, è errato, in quanto la massa è una proprietà della materia e se nel mondo macroscopico non vi fosse differenza, a nulla servirebbe distinguere i sistemi chiusi da quelli aperti.

Oggi giorno è frequente la creazione di materia in laboratorio, ma insieme ad ogni particella creata sorge anche una sorta di "immagine negativa", chiamata *antiparticella*. Ad un elettrone corrisponderà la nascita di un antielettrone, chiamato positrone, per via della sua carica elettrica opposta che è positiva, mentre alla creazione di un protone corrisponderà la nascita di un anti-protone. Queste particelle sono note con il nome di *antimateria*²⁰.

In termini fisici, dunque, un fotone può far nascere delle particelle aventi massa, ma queste nasceranno in coppie simmetriche antagoniste di materia e antimateria, le quali si distruggeranno poi reciprocamente al loro emergere. Per di più, perché i fotoni diano inizio a questo processo su larga scala, è necessaria una temperatura superiore a quella delle stelle più calde. A tale temperatura tutto si trasforma in plasma, rendendo perciò impossibile qualsiasi lavoro meccanico²¹.

L'Autore richiama, infine, la scatola di Jacobus Henricus van't Hoff. In questo esempio concettuale vi è un cilindro isolato adiabaticamente, con due pistoni che si muovono in direzione opposta verso il centro e sono dotati di una membrana semi-permeabile, l'una impermeabile al gas A e l'altra al gas B. Nel cilindro vi è un miscuglio di questi due gas. Facendo avanzare a velocità infinitesimale i pistoni, ciascun gas passa dietro alla propria membrana senza poterne più uscire: alla fine i gas saranno separati.

Le critiche a tale modello sono dovute al fatto che, per

l'appunto, si tratta di un esempio ideale ben lontano dalla fenomenologia reale. Come fa notare Max Planck, infatti, non esistono membrane semipermeabili perfette, strutture materiali perfettamente flessibili, o indeformabili, o isolanti, e così via. Le membrane, poi, col tempo si ostruiscono, si consumano e devono essere sostituite, dando così il via al circolo vizioso ricordato prima. Inoltre, non esiste neppure un'apparecchiatura simile per le altre miscele, le quali richiedono in base alle proprie caratteristiche procedimenti e strumenti diversi. Quindi, la formulazione dell'entropia quale rapporto tra il lavoro meccanico necessario per riportare un sistema al suo stato iniziale, e la temperatura del sistema valida per i miscugli di gas perfetti, non è applicabile alle mescolanze di liquidi o solidi²².

6. La quarta legge della termodinamica

Georgescu-Roegen, dopo attente ricerche ed analisi, arriva ad affermare che «da qualunque punto di vista si esamini il dogma energetico, il risultato è che questo dogma è sprovvisto di ogni fondamento. Ne consegue che il principio contrario deve essere vero»²³.

Da questa posizione derivano due importanti conclusioni. La prima riguarda soprattutto gli economisti: dato che l'energia e la materia non hanno un comune denominatore, la scelta di quale processo adottare per giungere ad uno scopo, dato un diverso rapporto di materia ed energia impiegate, è principalmente una decisione economica. D'altra parte i valori economici dovrebbero essere ricondotti alla bassa entropia e alla faticosità del lavoro.

La seconda osservazione, invece, data la validità più ampia, «può essere considerata come la Quarta legge della Termodinamica», ovvero: «*In un sistema chiuso, l'entropia della materia deve in definitiva raggiungere un massimo*»²⁴.

Questo principio, contrario al dogma energetico, costituisce per l'Autore una nuova legge che chiama, appunto, «Quarta legge della Termodinamica». Una sua formulazione alternativa può essere: «*in ogni sistema chiuso la materia utilizzabile si degrada irrevocabilmente in materia non utilizzabile*»²⁵.

Georgescu-Roegen afferma, infatti, che «anche la materia conta»²⁶, e lo ripeté spesso, fino a diventare un motto associato al suo nome: «matter, matters too»²⁷.

L'Autore sviluppa così una dualità di leggi concernenti l'energia e la materia:

«Per l'energia noi abbiamo:

1. nessun lavoro meccanico si può ottenere senza spesa di energia;
2. nessun lavoro può essere ottenuto in realtà senza che una quantità di energia utilizzabile non sia sprecata in energia inutilizzabile;
3. nessun sistema reale può essere completamente purificato da energia non utilizzabile (11).

Per la materia noi abbiamo:

1. nessun lavoro può essere fatto senza utilizzare materia;
2. nessun lavoro si può ottenere senza che qualche materia utilizzabile non si degradi in materia non utilizzabile;
3. nessuna sostanza può essere completamente purificata dai suoi elementi contaminanti (12).»²⁸.

Attualmente, però, non è possibile avere una formula generale per la degradazione entropica della materia, a causa della sua profonda eterogeneità; al contrario, l'energia può sempre essere trasformata in calore²⁹.

L'Autore afferma che, se l'influenza delle considerazioni sulla materia può risultare marginale per la chimica o l'ingegneria, ha, invece, un'importanza capitale dal punto di vista pratico della relazione tra processo economico e ambiente naturale fisico. Per Georgescu-Roegen, la quarta legge della termodinamica dovrebbe ricoprire per il sistema economico un ruolo di rilievo ancor maggiore della legge di entropia.

Un sistema aperto può scambiare sia materia e sia energia con l'esterno, ovvero con l'ambiente in cui è inserito. La Terra, all'interno dell'universo, «è un sottosistema *chiuso*, e non aperto, è cioè un sistema che scambia soltanto energia con il suo ambiente». Il nostro pianeta è dunque un sistema chiuso, isolato dal punto di vista della materia, ma non da quello dell'energia a causa

del flusso di energia solare che riceve³⁰.

In un sistema chiuso, l'esistenza di una legge di degradazione della materia, unita alla non sostituibilità fra materia ed energia – sancita dalla quarta legge della termodinamica appunto, in negazione del dogma energetico –, pone limiti ancor più stringenti al sistema economico di quelli connessi alla seconda legge della termodinamica. L'Autore afferma che il processo economico, potendo assorbire solo energia ma non materia dall'ambiente esterno alla Terra, non può compiere lavoro per un tempo infinito; in altre parole «*il movimento perpetuo di terza specie è impossibile*», il che è un'altra definizione della quarta legge³¹.

7. L'economia della produzione

Questo pensiero porterà a delle conclusioni scomode per molti, in contrasto con una crescita economica intesa come crescita produttiva, basata sulle attuali tecnologie e sulle energie fossili. Questo probabilmente è il motivo per cui Georgescu-Roegen non è stato insignito del prestigioso premio Nobel.

Per spiegare la relazione completa tra l'aspetto materiale del processo economico e l'ambiente naturale, Georgescu-Roegen ricorre al suo modello Fondi-Flussi³², da lui concepito nell'ambito dello studio della teoria della produzione³³.

Secondo Stefano Zamagni l'analisi economica ha sviluppato tre diversi approcci allo studio della produzione:

- l'approccio marginalistico fondato sulla nozione di funzione di produzione, dovuto a Walras e Wicksteed;
- l'approccio lineare basato sul modello di analisi delle attività, dovuto a Koopmans;
- l'approccio basato sul modello a fondi e flussi, dovuto a Georgescu-Roegen³⁴.

Per Zamagni, la peculiarità del modello a fondi e flussi è quella «di partire da una rappresentazione analitica del processo produttivo centrata sull'elemento temporale»³⁵. In questo modello, infatti, da una parte si definisce il confine tra i processi interni al sistema produttivo da quelli esterni; evidenziando in tal modo la

stretta relazione e consequenzialità tra sistema produttivo e ambiente naturale in cui s'inserisce. Dall'altra, dato che la produzione si svolge in un determinato intervallo di tempo storico che dà vita a processi di evoluzione irreversibili, il fattore tempo deve «entrare in modo *essenziale* ed *esplicito* nel modello con cui si studia il processo produttivo»³⁶.

Georgescu-Roegen critica la modellizzazione matematica usata nella descrizione del processo produttivo, attraverso la “funzione di produzione”, così introdotta nel 1984 da Wicksteed: «dato che il prodotto è una funzione dei fattori di produzione, si ha $P = f(a, b, c, \dots)$ »³⁷.

Ciò, a detta dell'Autore, ha portato a dare per scontato che ciò che esce dall'impresa dipende elusivamente da ciò che vi entra, e questi elementi finiscono con il coincidere con gli “insipidi” concetti di input e output³⁸.

L'Autore fa notare come la stessa funzione sia vista da qualcuno come una relazione fra gli input e gli output entrambi per unità di tempo, senza che questa doppia visione desti perplessità³⁹. Egli allora si chiede quale sia la funzione adeguata a rappresentare un processo produttivo, e che tipo di produzione venga così rappresentata.

Innanzitutto, Georgescu-Roegen mette in chiaro come, per addivenire ad una rappresentazione del processo economico si debbano compiere delle “semplificazioni spiegate ignorandone le ultime conseguenze”, prendendo così tre “decisioni eroiche”⁴⁰.

La prima consiste nel dividere la realtà in due parti: una rappresenta il processo parziale, l'altra l'ambiente in cui avviene. L'economista si ritrova così a dover creare una “frontiera analitica” attraverso due suddivisioni, una fisica e l'altra temporale. La divisione fisica avviene separando il processo dal resto della realtà, mentre quella temporale si compie individuando, attraverso un inizio e una fine, la durata del processo⁴¹. Quest'ultima separazione porta, però, a considerare ogni processo indipendente da ciò che avviene prima e da ciò che ci sarà poi, il che crea dei problemi nel ricondurre a un dato processo gli avvenimenti ad esso associati. Perciò, nella descrizione analitica sarà necessario registrare tutto ciò che attraversa la frontiera analitica, attribuendo un significato, questa volta preciso, ai termini di input e output.

La seconda “mossa eroica” è supporre che gli elementi che partecipano al processo produttivo siano presenti in una quantità finita e misurabile con un numero cardinale, implicando che ogni elemento sia una quantità omogenea⁴².

Se vi è un’identità precisa per ogni elemento di input e output, se questi sono presenti in una quantità omogenea misurabile, e se il tutto si svolge all’interno di un limite temporale in senso stretto, per il quale al di fuori di esso il processo non esiste, allora vi sono degli elementi che saranno registrati nel processo sia come input e sia come output. Il luogo fisico in cui avviene il processo (un capannone, un ufficio, etc.) sarà sia input che output, così come un lavoratore riposato è un input, mentre un lavoratore stanco alla fine dell’orario di lavoro sarà un output. Lo stesso vale anche per un attrezzo⁴³.

Questa distinzione qualitativa non è facilmente rilevabile, e sia il lavoratore stanco, sia l’attrezzo usato, non rientrano né tra gli output e né tra le merci. È importante considerare che, anche se a volte in modo impercettibile, questi elementi subiscono un’usura. Certo, questo è più complesso rispetto alla misurazione delle unità di merci e delle unità di prodotto⁴⁴.

Per eliminare questa difficoltà si è ricorsi ad una terza decisione “eroica”: fingere che nel processo il capitale rimanga costante. In verità, però, serve un grande sforzo per mantenere in buone condizioni operative i beni durevoli, così come anche al lavoratore non si può chiedere troppo e bisogna concedere un determinato periodo di riposo⁴⁵.

8. Una nuova visione del processo produttivo

Per Georgescu-Roegen, l’economista non può limitarsi a considerare i fattori produttivi come una categoria indistinta di input che poi generano degli altrettanti indistinti output. L’economista deve conoscere la natura degli input. I rendimenti delle combinazioni dei fattori non si possono calcolare in modo preciso e immutabile nel tempo⁴⁶. Infatti, l’influenza del fattore umano nel variare le quantità di fattori necessari è tale da rendere impossibile una formula precisa tra input e output⁴⁷.

L'Autore afferma che esistono due tipologie di intendere il processo economico: o solo flussi, o solo fondi⁴⁸. Tuttavia: «Tutte le dotazioni di capitale vengono continuamente conservate al livello di efficienza originaria»⁴⁹ grazie ad apporti di altri elementi che si incorporano in essi. Non si possono, perciò, distinguere in modo semplicistico i fattori di produzione in due classi distinte, elementi di fondo e di flusso, senza un'attenta analisi⁵⁰.

«Le coordinate di *fondo* rappresentano la base materiale del processo, quelle di *flusso* descrivono il cambiamento (trasformazione) ottenuto tramite la base»⁵¹. Dunque, bisogna fare attenzione alla differenza esistente tra stock e fondo, e tra flusso e servizio. Per l'Autore, si deve dare precedenza all'aspetto materiale: solo un elemento che entra nel processo può fisicamente essere incorporato nel prodotto che ne esce. Altrimenti s'incurrerebbe in una doppia contabilizzazione paragonando i servizi ai flussi⁵². L'Autore riassume così questo concetto: «Non si può attraversare un fiume sul flusso di manutenzione di un ponte»⁵³.

Una prima rappresentazione di un qualsivoglia processo produttivo è così sinteticamente schematizzata da Georgescu-Roegen⁵⁴:

<i>Coordinate di flusso</i>		
Input:	dalla natura	$R(t)$
	da altri processi	
	(a) input correnti	$I(t)$
	(b) manutenzione	$M(t)$
Output	prodotto	$O(t)$
	scarto	$W(t)$
<i>Coordinate fondo</i>		
	terra ricardiana	$L(t)$
	capitale	$K(t)$
	lavoro	$H(t)$

In tale schema, ogni fattore di produzione viene descritto in base al tempo e quindi ad una funzione di t . Nel caso di un elemento di flusso, tale funzione è «la quantità totale del corrispondente flusso durante il periodo di tempo $(t,0)$ »⁵⁵. Per un elemento

di fondo, invece, la funzione in relazione al tempo esprime «la quantità del corrispondente fondo che effettivamente partecipa al processo al momento t »⁵⁶.

9. Il modello Fondi-Flussi

Georgescu-Roegen propone allora una suddivisione in due categorie dei fattori produttivi. Da una parte avremo quegli elementi che compaiono sia come input e sia come output, e che sono legati tra loro dall'identità o da un'uguaglianza quantitativa: questi si possono definire fondi. Dall'altra si avranno quegli elementi che compaiono nel processo solo come input, o solo come output, e chi si possono definire flussi. Una condizione importante è che se gli elementi fondo rimangono invariati, si può attivare il processo produttivo solo se ci sono dei sufficienti elementi flussi in entrata⁵⁷.

Secondo l'Autore, un "fondo" è un fattore «che entra ed esce dal processo produttivo con la propria efficienza immutata»: per far sì che ciò avvenga è necessario che un certo ammontare di capitale e lavoro sia impiegato per riportare il fondo alle condizioni iniziali. Un flusso, invece, è un fattore che «attraversa il processo e viene utilizzato dagli elementi del fondo»⁵⁸. Un fondo offre solo il proprio servizio, non può in alcun modo incorporarsi nei prodotti finali. I flussi in entrata, invece, possono cumularsi nei fondi (per il loro mantenimento), o subire trasformazioni, cosicché si possono ritrovare materialmente nei flussi in uscita (prodotti o scarti).

Questo getta una nuova luce sul rapporto tra processo produttivo e ambiente. Il processo produttivo non avviene grazie ad un'asettica riproduzione, ma è dotato di una riproducibilità legata agli elementi di flusso, i quali derivano da un sistema di riferimento esterno al processo considerato e, in ultima analisi, dall'ambiente naturale in cui s'inserisce.

Analiticamente possiamo procedere così alla descrizione di un processo: dal punto di vista temporale, l'inizio è fissato in $t = 0$ e il termine in $t = T$; oltre questi limiti il processo non esiste e di conseguenza prescinde da ciò che avviene al di fuori di questo ar-

co temporale. Dal punto di vista materiale, ad ogni elemento distinto si può attribuire una quantità omogenea $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$. Per ogni C_i (con $i = 1, 2, \dots, n$) si determinano due funzioni non decrescenti, $F_i(t)$ e $G_i(t)$ nell'intervallo $[0, T]$; la prima indica l'input cumulativo, e la seconda l'output cumulativo di quel fattore fino a t incluso⁵⁹.

Per semplificare, si può rappresentare ogni elemento con un'unica coordinata, $E_i(t) = G_i(t) - F_i(t)$. Tale funzione sarà positiva per gli output del processo, ($E_i(t) = G_i(t) > 0$), mentre sarà negativa per gli elementi input, ($E_i(t) = -F_i(t) < 0$). Per gli elementi "fondo", invece, la funzione $E_i(t)$, che conviene indicare con $U_i(t)$, indica l'effettiva quantità del fondo che partecipa al processo al momento t . Il processo può essere così sinteticamente descritto tramite due vettori di funzioni del tempo: $[E_i(t); U_i(t)]_0^T$. Questa coppia di vettori viene chiamata *funzionale del processo di produzione*, e in essa ciascun elemento è rappresentato da una funzione del tempo⁶⁰. Georgescu-Roegen elabora questa possibile descrizione analitica di un generico processo riproducibile:

$$[R(t), I(t), M(t), Q(t), W(t); L(t), K(t), H(t)]_0^T.$$

Dove R sono i flussi in entrata trasformati dagli agenti provenienti dalla natura (EM, ES nella figura 3.1), mentre I sono i flussi provenienti da altri processi produttivi (E, S e B). M indica, invece, i flussi in entrata destinati alla manutenzione. I flussi di output consistono in prodotti Q (B, MR) e scarti W (ED, MD, R). I fondi comprendono anche la terra ricardiana L , la dotazione di capitale K e la forza lavoro H .

La differenza fondamentale con la funzione di produzione neoclassica è l'introduzione del fattore tempo. Il processo di produzione non è più rappresentato da un'unica funzione nello spazio euclideo, ma da una funzione di funzioni, la funzionale di produzione, dove le coordinate sono funzioni di t e non numeri⁶¹.

Il modello Fondi-Flussi è stato elaborato da Georgescu-Roegen in contrapposizione alla teoria di produzione tradizionale. Secondo l'Autore, infatti, l'economia tradizionale sbaglia ad «ignorare la differenza essenziale fra flussi – gli elementi materiali che vengono modificati dal processo di produzione – e fondi – gli agenti che provocano il cambiamento»⁶².

Il modello Fondi-Flussi può essere rappresentato con uno schema semplificato elaborato dallo stesso Autore⁶³, riprodotto qui di seguito nella tabella 3.1.

MODELLO FONDI-FLUSSI

FLUSSI

PROCESSI		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
ELEMENTI						
E	energia controllata	X ₀₀	-X ₀₁	-X ₀₂	-X ₀₃	-X ₀₄
M	materia raffinata	*	X ₁₁	-X ₁₂	-X ₁₃	*
B	Capitale e beni di consumo	-X ₂₀	-X ₂₁	X ₂₂	-X ₂₃	-X ₂₄
MR	materia riciclata	*	*	-X ₃₂	X ₃₃	*
DR	rifiuti riciclabili	W ₀	W ₁	W ₂	-W ₃	W ₄
ES	energia libera <i>in situ</i>	-e	*	*	*	*
MS	materia utilizzabile <i>in situ</i>	*	-m	*	*	*
ED	energia degradata	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
MD	materia degradata	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
R	scarto irrecuperabile	r ₀	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄

FONDI

INDIVIDUI	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄
ATTREZZATURE	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
TERRA	L ₀	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄

Tab. 3.1

In tale schema, i processi rappresentano un insieme di tecnologie fattibili e attuabili, compatibilmente con il livello tecnologico raggiunto. Nel primo riquadro sono rappresentati i flussi di materia ed energia che sono trasformati qualitativamente dai fattori di produzione classici: lavoro, capitale e terra. Nel secondo riquadro sono espressi i flussi relativi proprio a questi agenti⁶⁴.

Ogni colonna dello schema rappresenta l'incasso di un proces-

so parziale, ovvero l'utilizzo o il recupero di bassa entropia sotto forma di materia ed energia. I valori negativi, ovvero il consumo, appaiono più numerosi di quelli positivi, i quali rappresentano bassa entropia utilizzabile dall'uomo.

Con la figura 3.1 si propone uno schema che rappresenta graficamente le relazioni più importanti descritte nel modello Fondi-Flussi, precedentemente riportato con la tabella 3.1.

Con il processo P_0 e P_1 si trasformano l'energia *in situ* ES e la materia *in situ* MS, quindi bassa entropia presente nell'ambiente naturale, in energia controllata E e materia raffinata M, le quali saranno utilizzate per produrre con il processo P_2 dei beni "capitali" o dei beni di consumo B.

Nel processo P_2 si va a disperdere nell'ambiente naturale energia non più utilizzabile ED, materia sciupata MD e scarto inutilizzabile R. Lo scarto R contiene sì materia ed energia, ma in uno stato talmente degradato che l'uomo, con le attuali tecnologie, non può recuperare e riutilizzare nel processo economico.

Con il processo P_3 si trasformano, invece, i rifiuti riciclabili DR – che contengono sia gli scarti provenienti dal processo produttivo e sia i beni B, quando conclusa la loro funzione vengono considerati rifiuti – in materia riciclata MR.

Con il processo P_4 si sostiene⁶⁵, invece, la popolazione H.

I valori positivi nel modello Fondi-Flussi si riferiscono alla produzione di materia ed energia controllate, alla produzione di beni e al recupero di materia tramite il riciclaggio. Ogni qual volta questi elementi entrano in un processo diverso da quello della loro produzione, assumono valori negativi in quanto vengono utilizzati.

Questo non vale per l'energia, la quale viene utilizzata anche nel processo P_0 , necessario alla sua trasformazione da energia libera ad energia controllata, pur rimanendo un valore positivo. Ciò è dovuto alla capacità di autosostenersi delle fonti energetiche impiegate, le quali permettono di ricavare una quantità di energia superiore a quella utilizzata per produrre e alimentare i beni necessari ad ottenere l'energia controllata stessa. Importante notare che da tutti i processi derivano valori positivi di materia ed energia degradate, e di scarti irrecuperabili.

La materia, una volta raffinata, partecipa indirettamente sotto

forma di beni B, assieme all'energia E, al raffinamento di altra materia e alla produzione di energia controllata, attraverso i processi P_0 e P_1 e al sostentamento della popolazione con P_4 .

È utilizzata, invece, direttamente assieme ai beni B e all'energia E nel processo P_2 per la produzione di altri beni B, e nel processo P_3 di riciclaggio con cui si ottiene materia riciclata MR. La materia riciclata viene riutilizzata nel processo P_2 per produrre beni.

Sebbene sia possibile recuperare una parte della materia e dell'energia degradate per ottenere della materia riciclata MR, solo una parte di essa viene trasformata. Tale mix di materia ed energia è comunque notevolmente inferiore alla materia grezza MS e all'energia libera ES impiegata, e una volta reintrodotta nel processo subirà una nuova degradazione irreversibile che lo trasformerà, in parte, in scarto irrecuperabile R.

Tutti gli scarti R, e gran parte della materia e dell'energia degradata, escono dal processo economico per accumularsi nel sistema naturale, ovvero nell'ecosistema del pianeta Terra di cui anche l'essere umano, ovviamente, fa parte.

A questo proposito l'Autore ricorda come l'uomo non possa né creare, né distruggere materia o energia. Tuttavia, egli fa notare come le risorse naturali «non sono costituite da sola materia e sola energia, ma da *materia organizzata in strutture ben precise e da energia disponibile*»⁶⁶.

L'insieme della materia e dell'energia che costituisce le risorse naturali è qualitativamente diverso dall'insieme che costituisce gli scarti. Nelle risorse naturali l'insieme materia-energia è organizzato secondo schemi ordinati, e possiede quindi bassa entropia. Al contrario, negli scarti vi è il disordine e quindi alta entropia. Inoltre, a causa della seconda legge della termodinamica, l'intero universo è soggetto ad una degradazione qualitativa continua, e questo determina un aumento irreversibile dell'entropia.

Perciò, «*le risorse naturali possono passare attraverso il processo economico solo una volta: lo scarto rimane irreversibilmente uno scarto*»⁶⁷. Di conseguenza, il processo economico è unidirezionale, come la stessa vita biologica⁶⁸.

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL MODELLO FONDI-FLUSSI

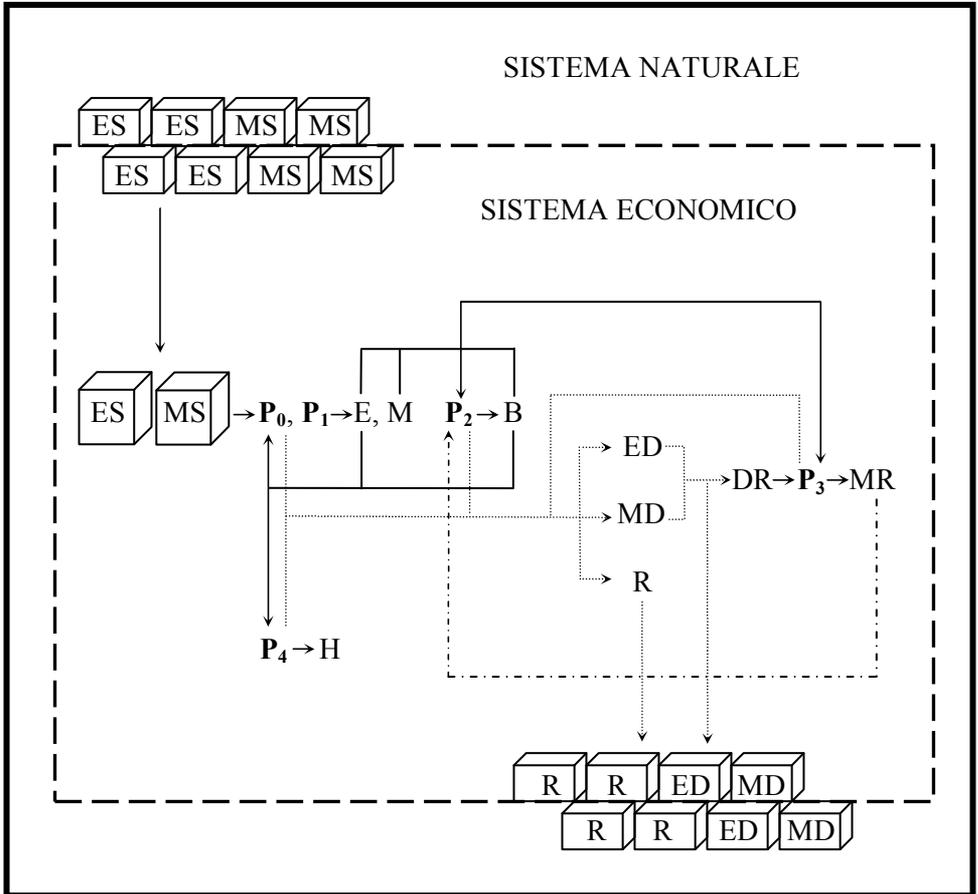


Fig. 3.1

Relazioni fig. 3.1

- Utilizzo diretto di materia ed energia raffinati e di beni manufatti
- Materia ed energia degradati e scarti irrecuperabili
- - - - Riutilizzo di materia degradata tramite riciclaggio

Il processo economico è evidentemente aperto, preleva risorse ed energia dall'ambiente e vi reintroduce gli scarti. Il "sistema naturale", ovvero il pianeta Terra, è però un sistema chiuso, in quanto

può ricevere energia solamente dall'esterno, ovvero dal Sole. Inoltre, dal punto di vista pratico del processo economico, la Terra è più simile ad un sistema isolato, in quanto non abbiamo le tecnologie né per determinare un flusso in entrata e in uscita di materiali, e né per sfruttare direttamente, in modo conveniente e su larga scala, l'energia solare.

10. L'entropia e l'insostituibilità delle risorse naturali

La visione meccanicistica dell'economia tradizionale del processo economico come un sistema chiuso è dunque errata. Il processo economico, afferma l'Autore, «non è circolare ma *unidirezionale*». Dal punto di vista fisico è costituito da una continua trasformazione di bassa entropia in alta entropia, ovvero da uno «spreco irrevocabile»⁶⁹; «questo processo *materiale* [...] non produce materia-energia, né la consuma, ma semplicemente assorbe la materia-energia e la rimette continuamente»⁷⁰.

Georgescu-Roegen, inoltre, afferma: «Un economista non ortodosso – quale sono io stesso – direbbe che ciò che entra nel processo economico rappresenta *risorse naturali dotate di valore*, e ciò che ne è emesso *scarti senza valore*. Ma questa differenza qualitativa è confermata, anche se in termini diversi, da quel particolare (e caratteristico) ramo della fisica noto come termodinamica. Dal punto di vista della termodinamica, la materia-energia entra nel processo economico in uno stato di *bassa entropia*, e ne esce in uno stato di *alta entropia*»⁷¹.

La produzione nel processo economico è dunque una trasformazione di risorse in prodotti di utilità e prodotti di scarto. Lavoro e capitale sono gli agenti della trasformazione, mentre le risorse, che sono bassa entropia sotto forma di energia libera e materia utilizzabile, sono ciò che viene trasformato. Non vi può essere sostituibilità tra un elemento di flusso e uno di fondo, ma solo tra un elemento di flusso con un altro elemento di flusso, e tra un fondo e un altro fondo; e anche in questo caso comunque la sostituibilità non può essere perfetta o completa⁷². Esiste perciò complementarità tra elementi di flusso e elementi di fondo.

Questa complementarità, e non sostituibilità, fra i vari elementi del modello Fondi-Flussi diviene una condizione basilare per il funzionamento dei processi analizzati nel modello stesso. Non vi può essere sostituibilità perfetta fra gli elementi di flusso e quelli di fondo, e neppure tra diversi flussi la sostituibilità può essere completa, così come non vi può essere tra diversi fondi. Ciò implica che non si possono sostituire completamente le risorse naturali con capitali manufatti, contrariamente da quanto affermato dalla teoria neoclassica con l'approccio della sostenibilità debole, sostenuto tra gli altri da Robert M. Solow e Joseph E. Stiglitz.

Un'altra importante considerazione emerge se ci si ricollega al *Principio di Complementarietà*, che l'Autore aveva elaborato anni prima nello studio delle preferenze del consumatore, in base al quale un individuo che può avere due beni, rappresentanti un reddito equivalente, generalmente preferisce una miscelanza di questi, fatto salvo una verifica empirica ed eventuali eccezioni legate alla natura particolare dei beni considerati⁷³.

Analogamente, anche il benessere degli individui della popolazione H, non solo è maggiore se vi è una presenza di una certa miscelanza tra flussi e fondi, ma tale miscelanza è necessaria. Infatti, da una parte i flussi provengono dai fondi, dall'altra i fondi per mantenere la loro funzionalità nel tempo hanno bisogno di una quantità di elementi di flusso, i quali poi sono necessari anche per avviare i processi produttivi. Se aumenta il flusso di beni prodotti, ma diminuisce il fondo – inteso non solo come materie prime, ma anche in senso lato come ambiente naturale – il benessere diminuisce⁷⁴. Ovviamente, se uno dei due fattori dovesse ridursi a zero, per esempio esaurimento risorse naturali, anche il benessere si azzererebbe, e quindi la sopravvivenza umana sarebbe messa a rischio.

Dunque, il ritmo di produzione di fondi e di utilizzo dei flussi deve legarsi al concetto di *resilienza*, ovvero alla capacità di auto-rigenerarsi dell'ambiente. Questo si ricollega al concetto di capitale naturale critico, ovvero alla soglia di risorse naturali – nella duplice dimensione quantitativa e qualitativa – necessaria alla biosfera per riprodursi e rigenerarsi, garantendo così le condizioni

adatte alla vita, l'assorbimento di parte dell'inquinamento prodotto dall'uomo e la produzione di risorse naturali che poi diverranno materie prime nei processi produttivi⁷⁵.

Georgescu-Roegen ragiona in termini fisici, mentre gli economisti neoclassici si riferiscono alla produzione in termini di valore. Questo coinvolge anche la convinzione che grazie allo sviluppo tecnologico si potrà avere una sostituzione perfetta fra le varie forme di capitale, la quale porterà alla dematerializzazione del capitale complessivo. L'Autore fa notare che ciò avviene solamente in termini di utilità, ma non riguarda la produzione fisica costante.

Ma nella *new economy* e nell'*e-business* non servono forse supporti per far circolare le informazioni? I computer non sono forse manufatti che hanno richiesto per la loro costruzione risorse materiali naturali? E in termini di capitale fisico, quanto costa la produzione del software? Nella società così com'è ora, quanto costa l'ambiente ideale di lavoro per un programmatore? Come sarà il suo appartamento, affinché dia soddisfazione e rispecchi il suo successo professionale?

Molti autori affermano che «l'idea di un possibile esaurirsi della materia è ridicola. L'intero pianeta è composto di minerali»⁷⁶. Tuttavia, ogni minerale ha caratteristiche differenti, per cui il pianeta non è composto completamente di materiali utilizzabili nel processo economico. Ma, secondo Georgescu-Roegen, è soprattutto la quarta legge della termodinamica che rivela la fallacia di una tale convinzione: la materia non si crea, né si distrugge, ma è sottoposta ad una degradazione irrevocabile e continua, che su scala mondiale, ai ritmi di produzione attuali e con le odierne tecnologie, raggiunge un livello più che apprezzabile. Ciò significa che lo stock di un minerale rimane costante, ma è la sua quantità utilizzabile che diminuisce irrimediabilmente.

Secondo la quarta legge della termodinamica, quindi, non può essere svolto nessun lavoro senza che vi sia degradazione di materia utilizzabile in materia non utilizzabile. Inoltre, nessuna sostanza – data l'impossibilità di purificarla completamente dai suoi elementi contaminanti o di recuperare le sue particelle sparse a causa dell'attrito – può essere riciclata completamente.

Da tale asserzione non può che derivare una drastica revisione del modo di concepire l'economia, i suoi progressi e le sue conquiste, che spesso sono tali solo perché si fondano su «miti economici», miti che, come si vedrà nel prossimo capitolo, Georgescu-Roegen individua e sfata attraverso un'analisi termodinamica basata sull'entropia.

NOTE

¹ S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 9.

² G. Beccatini, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. XIV.

³ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, in *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 24.

⁴ *Ibidem*.

⁵ *Ivi*, p. 77, nota 13.

⁶ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 269.

⁷ Nota Mauro Bonaiuti che Georgescu-Roegen approderà all'entropia proprio attraverso l'interesse per la meccanica statistica che ebbe negli anni del dottorato a Parigi, M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, Carocci, Roma 2001, p. 21.

⁸ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, pp. 90-91.

⁹ S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 11. Cf. M. Bresso, *Pensiero economico e ambiente*, Torino, 1982, pp. 198-201; S. De Gleria, *La penombra dialettica*, in "Quale energia", n. 11-12, gennaio-giugno 1985, pp. 58-62.

¹⁰ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 31.

¹¹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 113.

¹² N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 32.

La presa di coscienza da parte dell'Autore dell'importanza dell'entropia per l'economia e del vero fine ultimo del processo produttivo avviene già all'inizio degli anni Sessanta, come testimoniano le conclusioni del saggio *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*, in C.R. Wharton jr (a cura di), *Subsistence Agriculture and Economic Development*, Atti del convegno "Subsistence and Peasant Agriculture" (Honolulu, marzo 1965), Aldine, Chicago 1969, pp. 61-93; ristampato poi in *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press., New York 1976. Nella traduzione italiana *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, in *Energia e miti economici*, pp. 199-260.

¹³ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 285.

¹⁴ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, F. Angeli, Milano 2003, p. 101.

¹⁵ *Ivi*, p. 103.

¹⁶ *Ibidem*. Cfr. Id., *Analisi energetica e valutazione economica in Energia e miti economici*, p. 135, n. 3.

¹⁷ H. Brown, J. Bonner, J. Weir, *The Next Hundred Years*, Viking Press, New York 1957, pp. 90, 95, 114, cit. in N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica in Energia e miti economici*, p. 87.

¹⁸ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 103.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ Paul Davies, *Superforza. Verso una teoria unificata dell'universo*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 1984, pp. 21-22.

²¹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 104.

²² *Ivi*, pp. 104-106.

²³ *Ivi*, p. 107.

²⁴ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, "Economia e Ambiente", n. 1, 1984, p. 13. Giorgio Nebbia, in più scritti, afferma che a tale parallelismo tra materia ed energia, Georgescu-Roegen «addirittura attribuisce, scherzosamente, il valore di "principio"». Dalla lettura delle opere dello scienziato rumeno e dagli aspri scontri avuti sul valore che egli attribuisce a tale "legge", perché così egli la definisce, non ravviso il carattere scherzoso richiamato dal grande ambientalista italiano. Forse Nebbia cercò così di ridurre le critiche e le obiezioni mosse dai fisici, che offuscavano la validità empirica e le ricadute sull'economia della degradazione della materia.

²⁵ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 107.

²⁶ N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica*, p. 85.

²⁷ N. Georgescu-Roegen, *Energy Analysis and Economic Valuation*, "Southern Economic Journal", Vol. 45, No. 4 (Apr., 1979), p. 1024.

²⁸ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, pp. 107-108. Sul perfetto parallelismo dell'effetto dell'entropia su materia ed energia sostenuto dall'Autore si veda anche Id., *Analisi energetica e valutazione economica*, p. 105.

L'Autore ha cura di specificare che il terzo punto legato all'energia deriva da un corollario tratto dalla terza legge della termodinamica enunciata da Walter Nernst negli anni Venti. Il Nostro specifica, inoltre, anche la diversa paternità del terzo assunto riferito all'energia, affermando che si dovrebbe chiamare legge di Plank, in quanto formulato da Max Plank nel 1913, notando, però, che la prima indicazione in questo senso fu espressa da Lord Rayleigh nel 1875 (Id., *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 117, nota 11 e nota 12).

I testi a cui si riferisce l'Autore sono: Walter Nernst, *Traité de Chimie Générale*, 10^{ème} ed., Paris, Hermann 1922-23; Max Planck, *Leçons des Thermodynamique*, Paris, Hermann, 1913; Lord Rayleigh, *On the Work that may be gained during the Mixing of Gases*, "Philosophical Magazine", Ser. 4, 49, No. 325 (April 1875), 311-319.

Per una trattazione più estesa sull'importanza nella formazione del pensiero dell'Autore del contributo di M. Plank e W. Nernst, della formula di equivalenza tra massa ed energia enunciata da A. Einstein e dell'esperimento di J.H. Van't Hoff si veda N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica*, pp. 91-94, 97-103.

²⁹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 108.

³⁰ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, p. 9. L'Autore in nota (*ivi*, p. 16 nota 15) ha cura di specificare come la caduta dei meteoriti e le particelle che sfuggono a volte alla forza di gravità siano del tutto trascurabili.

³¹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 107.

³² *Ivi*, pp. 108-110. Si veda anche Id., *Analisi energetica e valutazione economica*, p. 88. Per un'applicazione del modello Fondi-Flussi allo stato stazionario, cfr. Id., *Ricette fattibili contro tecnologie vitali*, in *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. Bonaiuti), Boringhieri, Torino 2003, pp. 192-210, in particolare pp. 204-206.

³³ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato in Energia e miti economici*, in *Energia e miti economici*, pp. 176-180.

³⁴ S. Zamagni, *Economia Politica*, NIS La Nuova Italia Scientifica, Roma 1984, p. 272.

³⁵ *Ivi*, p. 323.

³⁶ *Ibidem*.

- ³⁷ P.H. Wicksteed, *An Essay on the Co-ordination of the Laws of Distribution*, Macmillan, London 1894, p. 4, citato in N. Georgescu-Roegen, *Teoria della produzione in Energia e miti economici*, p. 142.
- ³⁸ N. Georgescu-Roegen, *Teoria della produzione*, p. 142.
- ³⁹ *Ivi*, p. 143.
- ⁴⁰ *Ivi*, p. 144.
- ⁴¹ *Ivi*, p. 145.
- ⁴² *Ivi*, p. 146.
- ⁴³ *Ivi*, p. 147.
- ⁴⁴ *Ivi*, p. 146.
- ⁴⁵ *Ivi*, p. 148.
- ⁴⁶ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato*, pp. 165-166.
- ⁴⁷ L'autore cita uno studio di H. Chenery, *Engineering Production Functions*, in «Quarterly Journal of Economics», 63(4) 1949, pp. 507-531.
- ⁴⁸ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato*, p. 172.
- ⁴⁹ *Ivi*, p. 175.
- ⁵⁰ *Ivi*, pp. 176-177.
- ⁵¹ *Ivi*, pp. 178.
- ⁵² *Ivi*, p. 179.
- ⁵³ *Ivi*, p. 180.
- ⁵⁴ *Ivi*, p. 186.
- ⁵⁵ *Ivi*, p. 176.
- ⁵⁶ *Ibidem*.
- ⁵⁷ *Ivi*, p. 148, 149.
- ⁵⁸ N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica*, pp. 129-130.
- ⁵⁹ *Ivi*, p. 146.
- ⁶⁰ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato*, pp. 176, 180.
- ⁶¹ N. Georgescu-Roegen, *Teoria della produzione*, in *Energia e miti economici*, p. 150.
- ⁶² *Ivi*, p. 110.
- ⁶³ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, pp. 109-110.
- ⁶⁴ *Ivi*, p. 108.
- ⁶⁵ *Ivi*, p. 109.
- ⁶⁶ N. Georgescu-Roegen, *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato*, p. 190.

⁶⁷ *Ivi*, p. 190.

⁶⁸ *Ivi*, p. 191.

⁶⁹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 177.

⁷⁰ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, p. 267.

⁷¹ *Ibidem*.

⁷² N. Georgescu-Roegen, *Ricette fattibili contro tecnologie vitali*, in Id., *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, p. 194.

⁷³ In modo semplificato il *Principio di Complementarietà* può essere così spiegato: se per un consumatore una certa quantità x di un bene a o di un bene b rappresentano due redditi equivalenti, allora nessuna mescolanza dei due beni può essere equivalente a una delle due posizioni iniziali. Quest'asserzione negativa mette in rilievo la presenza di un residuo qualitativo. Non è necessaria una verifica empirica, è sufficiente che la scelta sia influenzata dalla qualità. Inizialmente, l'Autore asserì che generalmente le mescolanze sono preferite, richiamando la tradizionale convessità attribuita alle curve di indifferenza. In seguito all'osservazione che alcuni beni possono essere antagonisti, egli affermò che solo l'evidenza empirica può determinare il senso, positivo o negativo, in cui il residuo qualitativo influisce sulla proporzionalità. N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 72.

⁷⁴ M. Bonaiuti, *Bioeconomia - Verso un'altra economia*, p. 34.

⁷⁵ Su questo rapporto tra processo economico e resilienza si veda M. Bonaiuti, *La teoria bioeconomia*, pp. 127-130.

⁷⁶ D.B. Brooks, P.W. Andrews, *Mineral Resources, Economic Growth, and the World Population*, "Science", 185 (5.7.1974), pp. 13-19, citato in N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 110.

CAPITOLO IV

I MITI ECONOMICI

1. I miti economici

Usando la legge di entropia e la quarta legge della termodinamica come chiavi di lettura del processo economico, e tenendo ben presente la complementarità tra gli elementi di fondo e di flusso nell'analisi della produzione e del consumo, Georgescu-Roegen identifica numerosi «miti economici», ovvero convinzioni comuni sbagliate, e dannose, per l'ambiente e il futuro umano.

Tra i miti più antichi vi è quello del moto perpetuo di primo tipo, ovvero la credenza di poter muovere gli oggetti senza utilizzare energia. Poi vi è il mito del moto perpetuo di secondo tipo, che aleggia ancor oggi, che consiste nella possibilità di riutilizzare la stessa energia più volte¹. Di sicuro, attuale è il mito di poter sempre scoprire nuove fonti energetiche e di poterle utilizzare per i propri scopi, propugnato sia da economisti standard e sia da economisti marxisti².

Altro pericoloso mito è il considerare il processo economico un processo meccanico, quindi prevedibile, o comunque dagli effetti non irreversibili. Per sua natura, quindi, non dovrebbe causare variazioni qualitative, e dunque sarebbe incapace d'influire sulla materia e sull'energia presenti nell'ambiente naturale. Ma la legge di entropia ci dice che è l'esatto contrario: con la sua attività l'uomo compie delle trasformazioni irreversibili perdendo la possibilità di un uso futuro di parte della materia e dell'energia che utilizza, accelerando lo stato di morte termica cui le strutture biologiche, se non l'intero nostro pianeta, stanno tendendo³.

È perciò indissolubile il legame fra attività economica ed entropia⁴, un legame che nega un altro mito economico in base al quale nulla si fa gratuitamente, ovvero ogni cosa ha un prezzo pari al suo costo. L'entropia ci insegna, invece, che *«qualunque azione,*

*di uomini o di organismi, anzi, qualsiasi processo naturale, deve risultare in un deficit per il sistema nel suo insieme»*⁵. Questo determina un progressivo esaurimento delle risorse, che diventano via via sempre più scarse.

Un altro mito, fra i più tenaci dell'economia ufficiale – anche se ora attaccato da più parti – vela o confonde questa verità, sostenendo che il meccanismo dei prezzi può compensare la scarsità di qualsiasi fattore, sia che si tratti di terra, energia o materie prime, ma nel lungo periodo ciò che conta è l'efficienza energetica nel loro reperimento. Certo, questo dipende dalle tecnologie impiegate, ma esiste un limite minimo teorico dei costi di energia e materia sostenuti indipendente dal livello tecnologico, al di sotto del quale non si può effettivamente andare e dal quale, anzi, nella realtà si rimane molto lontani⁶. L'attenzione si deve perciò spostare dall'efficienza economica a quella energetica, perché si possa avere anche in futuro la disponibilità dei fattori necessari alla sopravvivenza. Qui ci si scontra con la finitezza delle risorse del pianeta, il quale è un sistema termodinamico chiuso che può scambiare solo energia con l'esterno. Infatti, il nostro pianeta riceve l'energia solare della quale, però, non abbiamo ancora imparato a sfruttare che una minima parte. Nella realtà delle cose, quanto meno dal punto di vista del processo economico, il nostro pianeta è più simile ad un sistema isolato e noi siamo costretti ad utilizzare l'energia fossile e le risorse minerali, le quali sono finite e non sostituibili⁷.

È da tenere sempre presente che l'uomo, non solo è costretto ad utilizzare le materie e le fonti energetiche presenti all'interno del sistema Terra, ma è anche costretto ad alloggiare al suo interno gli scarti provenienti dall'utilizzo di queste risorse. Lo scarto è di per sé dannoso, una pericolosità che può avere diversi aspetti: per esempio, può essere chimica, con l'inquinamento industriale da sostanze chimiche, nucleare, con le scorie radioattive, o fisica, con le cave a cielo aperto. «Motociclette, automobili, aerei a reazione, frigoriferi ecc. “più grandi e migliori” non solo provocano necessariamente un “più grande e migliore esaurimento” delle risorse naturali, ma anche un “più grande e migliore” inquinamento»⁸. Alcuni scarti sono assorbiti tramite processi naturali; altre volte vengono trasformati dall'uomo in elementi meno

pericolosi. La maggior parte però non si può eliminare o neutralizzare. Le modificazioni climatiche in atto ne sono un drammatico esempio.

Se l'esaurimento di alcune risorse può passare inosservato a molti, quasi fosse un fenomeno sotterraneo, l'inquinamento è sotto gli occhi di tutti, e i suoi effetti e gli incidenti industriali hanno finalmente convinto tutti che «l'inquinamento non è un giocattolo degli ecologi»⁹. Purtroppo, gli economisti hanno cercato di reagire rafforzando ulteriormente la già richiamata convinzione «secondo la quale la razionalità economica e un appropriato meccanismo di prezzi possono risolvere tutti i problemi ecologici»¹⁰. Una soluzione rivelatasi poco incisiva, e che non considera l'entropia. Infatti, bisogna considerare che il riciclaggio o l'eliminazione dell'inquinamento hanno un costo energetico: si rischia di risolvere un problema locale semplicemente spostandolo, inquinando un sito lontano. Oppure "spalmandolo" in un più vasto territorio per cercare di ridurre gli effetti visibili a livello micro, ma preparando la strada a prossimi problemi diffusi: un aggravio che determinerà dei costi economici futuri, la cui ineluttabilità pare comunque venir ignorata, sebbene alcuni di essi siano già giunti a scadenza. Ma non è questo che dovrebbe essere più temuto: a preoccupare maggiormente, secondo il Nostro, dovrebbe essere il costo di bassa entropia necessario e soggetto ai limiti delle leggi naturali. Il riciclaggio o la bonifica dell'inquinamento determinano comunque un uso di materia ed energia, le quali diverranno per l'uomo inutilizzabili.

È tuttavia da tener ben presente, afferma con forza l'Autore, che il riciclaggio non può essere completo, perché – ed è questa la tematica pratica sulla quale Georgescu-Roegen ha l'occasione di scontrarsi con molti scienziati – l'entropia non fa distinzione fra materia ed energia, richiamando quella che egli ha definito la quarta legge della termodinamica. Alla legge del deficit di entropia, che investe qualsiasi processo naturale, e a maggior ragione quelli posti in essere dall'uomo, non ci si può sottrarre. Inoltre, è illusorio pensare che grazie allo sviluppo tecnologico si arriverà a processi industriali non inquinanti, mentre, nonostante gli sforzi, i danni derivanti dall'inquinamento continuano ad accumularsi rischiando di provocare una drammatica crisi ecologica¹¹.

Si oppongono a questa visione le possibilità date dalle innovazioni tecnologiche di sostituire i fattori produttivi, di ottimizzare l'uso delle materie prime, di aumentare il livello di riciclaggio e di raggiungere nuovi giacimenti di sostanze necessarie ai processi industriali. Ammesso che esista la volontà per spingere la ricerca verso questi obiettivi, il risultato non servirebbe che a spostare l'orizzonte temporale del problema. Ancor meno efficaci sarebbero i risultati, se si tenesse come punto fermo la convinzione che sviluppo economico e maggior benessere equivalgano alla crescita quantitativa della produzione. Ma la stessa considerazione vale anche se si volesse stabilizzare l'uso di risorse al livello attuale, raggiungendo quindi uno *stato stazionario*.

2. Il miraggio dello stato stazionario

Il mito contro cui Georgescu-Roegen ha più aspramente lottato è quello «secondo il quale un mondo stazionario, una popolazione a crescita zero, porrebbe termine al conflitto ecologico del genere umano, che non dovrebbe più preoccuparsi della scarsità delle risorse o dell'inquinamento: un altro programma miracolistico per realizzare la Nuova Gerusalemme [...] predicato da ecologi preoccupati e da alcuni economisti ravveduti»¹².

Secondo l'Autore, «l'errore cruciale consiste nel non vedere che, in un ambiente finito, non solo la crescita, ma nemmeno uno stato di crescita zero, [...] può esistere indefinitamente»¹³. Quest'errore è dovuto al non considerare il problema dell'uso delle risorse da un punto di vista entropico, in cui energia e materia si consumano irrimediabilmente. Da questo punto di vista i sostenitori dello stato stazionario cadono nell'errore di considerare la Terra un sistema termodinamico aperto. Se poi si vuole citare a sostegno il principio di equilibrio di Prigogine, l'Autore avverte che questo si riferisce a determinate tipologie di sistemi aperti¹⁴. Georgescu-Roegen, dopo un'attenta analisi e critica delle varie argomentazioni portate a sostegno dello *steady state*, giunge a formulare quella che forse è la più forte e scomoda tra le sue affermazioni per il mondo accademico e per l'ambiente economico: «la conclusione che si trae dalle argomentazioni in favore di

quella concezione è che lo stato più desiderabile non è quello stazionario, ma uno di declino»¹⁵.

Secondo l'Autore, non solo non si può continuare con l'attuale modello e ritmo di sviluppo economico, ma anche lo stato stazionario si rivela, a lungo andare, un'utopia. Nessun sistema economico può sopravvivere senza un continuo apporto d'energia, neppure se si tratta di un sistema chiuso stazionario. Inoltre, si deve considerare la materia, la cui degradazione impedisce di mantenere costante il fondo di risorse. Tale principio varrebbe, perciò, anche se fosse attuato un riciclo completo di tutti gli elementi materiali utilizzati dall'uomo, in quanto esiste in natura una normale degradazione entropica materiale, che però attualmente l'uomo sta esasperando con le sue attività¹⁶. Georgescu-Roegen riconosce ai vegetali la capacità di rallentare la degradazione entropica ed è pure al corrente del funzionamento dei grandi cicli geochimici del pianeta, ma fa notare che l'entropia totale dell'organismo sommata all'entropia dell'ambiente non può che aumentare¹⁷.

L'Autore rifiuta, di conseguenza, le varie nozioni di sviluppo sostenibile, perché ritiene che l'utilizzo degli strumenti standard, quali i prezzi e la regolamentazione delle emissioni, siano inadeguati alla luce dell'analisi entropica. In particolar modo, avversa la teoria dello stato stazionario – quest'ultima sostenuta con forza dal suo ex-allievo Hermann Daly, con il quale finì per questo in aspro contrasto di opinioni – come soluzione all'esaurimento delle risorse e all'inquinamento.

Anche se si riuscissero a mantenere e distribuire globalmente gli attuali livelli di produzione, questo non impedirebbe certo all'entropia di agire sull'energia e sulla materia: per le leggi della termodinamica, la degradazione esiste in natura, e l'attività umana, a qualsiasi livello d'intensità, non fa che aumentarla. Lo sviluppo, quindi, non può che essere il *meno insostenibile* possibile¹⁸, e questo determina la necessità di una decrescita.

Analiticamente, Georgescu-Roegen descrive così la questione dello stato stazionario¹⁹: poste che le risorse accessibili nella crosta terrestre siano S , e che P_i e s_i siano la popolazione e la quantità di risorse consumate da ogni persona nell'anno i , allora esisterà una «quantità di vita totale» L , misurata in anni, data da $L = \sum P_i$, con i che va da $i = 0$ a $i = \infty$.

Esiste però un limite superiore a L , dato da S . Infatti, si ha il vincolo $\sum P_i s_i \leq S$, ovvero che la quantità di risorse esaurite nel tempo dalla popolazione sia inferiore allo stock di risorse S presenti sulla Terra. Questo perché s_i , pur essendo una variabile storica, non può essere pari a zero, e, dato lo sviluppo tecnologico e produttivo dell'uomo, non può neppure essere una variabile di entità trascurabile, a meno di non tornare ad un'economia preistorica.

Quindi, se i assumerà un qualunque valore maggiore di un qualsiasi numero finito n , allora $P_i = 0$. Se, invece, $i < n$, allora $P_i > 0$.

Un ulteriore limite esiste per P_i , il quale non deve superare il limite di carico della Terra, ovvero la capacità di sostentamento offerta dal pianeta, considerando che quest'ultima dipende da molteplici fattori tra cui anche s_i .

Il Nostro considerava, inoltre, una forzatura il cercare d'inserire l'analisi energetica negli schemi standard dell'economia neoclassica per ricavare il valore economico in base alla quantità d'energia incorporata nel bene.

In particolare, riterrà che «la più assurda escrescenza di questa strozzatura per tutto quello che interessa l'energia è l'idea di una nuova dottrina del valore economico»²⁰. Un siffatto approccio è sostenuto da Robert Costanza²¹, il quale ha tentato di creare una «economia politica energetica» che calcoli il valore economico a partire dal «valore energetico», il che presuppone la determinazione della quantità d'energia incorporata in un bene o in un servizio. Tale quantità viene estrapolata attraverso l'analisi energetica (*energy analysis*), la quale però non tiene conto che nella produzione di un qualsiasi prodotto viene utilizzata una certa quantità di materia grezza prelevata direttamente dall'ambiente naturale. Su tale materia *in situ*, come definita nel modello Fondi-Flussi, non si può valutare l'energia incorporata.

Questo fa ricadere nell'errore di fondo dell'economia standard, denunciato già dagli anni Settanta dall'Autore, e purtroppo ancor oggi diffuso, di considerare il processo economico come un sistema autosufficiente e isolato dall'ecosistema. Il Nostro liqui

derà perciò in modo molto secco questo tentativo di creare una «economia politica energetica»²².

3. L'applicabilità della legge di entropia all'economia

Nonostante Georgescu-Roegen avesse una fitta rete di relazioni con numerosi studiosi interessati alla bioeconomia in Italia, in Francia, in Spagna e in Giappone (mentre assai limitata era negli Stati Uniti), non vi fu per diversi anni nessun dibattito sulla sua opera. Tale silenzio cessò alla fine degli anni Ottanta, quando, nel 1989, cominciò la pubblicazione della rivista "Ecological Economics", diretta da Herman Daly e Robert Costanza, paradossalmente in virtù della linea critica sostenuta nei confronti di molte tesi roegeniane, e che aprì un dibattito sui fondamenti della teoria bioeconomica.

Primo oggetto del dibattito fu l'applicabilità dell'entropia al processo economico, la quale risultò corretta. Essendo l'entropia una legge universale, la cui applicabilità s'estende a qualsiasi fenomeno fisico, non esiste nessun pretesto per poter esentare il processo economico, e per questo motivo la sua applicazione non sarà più seriamente messa in discussione. Il dibattito si sposterà, allora, sulla valutazione dell'effettiva rilevanza dell'entropia nel descrivere e nel comprendere i limiti della relazione tra economia ed ecologia. A tale proposito si deve chiarire la distinzione tra le 3 tipologie di sistemi termodinamici:

- 1) i sistemi termodinamici isolati non scambiano né materia, né energia con l'ambiente esterno, e costituiscono l'ambito della termodinamica classica;
- 2) i sistemi termodinamici chiusi, come la Terra, scambiano energia, ma non materia, con l'ambiente esterno, e su questi si concentra lo studio Georgescu-Roegen;
- 3) i sistemi termodinamici aperti scambiano sia materia e sia energia con l'ambiente esterno: questo è il campo d'applicazione della teoria delle strutture dissipative di Ilya Prigogine.

Dal punto di vista scientifico, le conclusioni di Georgescu-Roegen legate all'irreversibile degradazione della materia e dell'energia, in particolare causata dall'attività economica, sono sempre corrette nell'ambito dei sistemi isolati, mentre per i sistemi chiusi o aperti sarà necessario verificare, per ognuno di essi, se la quantità di energia dissipata al loro interno sia maggiore di quella assorbita dall'esterno.

Come è stato più volte detto, la Terra è un sistema chiuso, in quanto riceve energia dal Sole, ma l'uomo, allo stato attuale delle cose, non usa che l'energia solare imbrigliata milioni di anni fa nel carbone e nei giacimenti petroliferi. Manca il perfezionamento di una tecnologia utilizzabile su larga scala e ad alto rendimento per la conversione diretta delle radiazioni solari in energia elettrica. Una tecnologia che garantisca la generazione di una quantità di energia superiore a quella impiegata nella sua produzione. La Terra, dunque, per quanto riguarda il processo economico appare più come un sistema isolato.

4. Il dibattito sulla quarta legge della termodinamica

Altro punto su cui sarà fortemente attaccato Georgescu-Roegen è la sua "Quarta legge della termodinamica": le critiche in questo caso vanno dal negare l'irreversibilità della degradazione della materia, al richiamare l'Autore sul terreno della metodologia propria delle scienze fisiche, che sono scienze teoretiche. Cioè, vi è la richiesta di un procedimento metodologico più rigoroso, che porti ad una formulazione di questa presunta legge sulle stesse basi formali delle altre leggi fisiche. Queste critiche vengono mosse, tra gli altri, anche dal fisico Enzo Tiezzi e dai chimici Sergio Ulgiati e Carlo Bianciardi, i quali non mancano però di precisare l'importanza dei contributi di Georgescu-Roegen dal punto di vista dell'analisi del processo produttivo²³. La convinzione di Tiezzi è che la quarta legge sia già compresa nel secondo principio della termodinamica, «senza nulla togliere alla grande importanza pratica dell'intuizione di Georgescu-Roegen». Questo riconoscimento lo porta ad affermare che, in fondo, Nicholas Georgescu-Roegen ha ragione, ma non la sua quarta legge²⁴.

Così farà il discepolo roegeniano Kozo Mayumi, giapponese di formazione fisico-matematica, il quale asserisce la non correttezza sul piano teorico della quarta legge, pur sottolineando l'importanza della degradazione materiale per la nostra esistenza sulla Terra²⁵.

In altre parole, viene attaccato il voler far assurgere a legge una condizione di fatto, quella dell'impossibilità attuale dell'uomo di recuperare completamente la materia che utilizza. Non viene però messo in discussione il ruolo critico che quest'incapacità può avere sul nostro sviluppo futuro.

Infine, vi è l'opposizione alle conseguenze che la visione entropica di Georgescu-Roegen ha sul processo economico: la decrescita. Questa sua opposizione alla crescita economica su basi prettamente materiali e quantitative sarà alla base della frattura con l'allievo Herman Daly, il quale fece dello *steady state* il suo cavallo di battaglia, guadagnando fama internazionale. Assieme a Robert Costanza, Daly ha reso la rivista "Ecological Economics" un punto di riferimento per una nuova impostazione di sviluppo che ne prenderà anche il nome. Per l'Autore, la tesi dello stato stazionario sostenuta da Daly non è risolutiva, perché urta contro la quarta legge della termodinamica. Tuttavia, ha ottenuto grande popolarità nei Paesi occidentali, perché le popolazioni di questi Paesi sviluppati desidererebbero mantenere inalterato il loro attuale tenore di vita materiale, se non migliorarlo secondo quelli che vengono considerati gli standard attuali²⁶.

L'Autore non risparmierà toni duri, ironici e polemici verso l'*Ecological Economics* e le altre impostazioni di sviluppo sostenibile²⁷, in quanto con varie argomentazioni rifiuterà, come già scritto, l'inadeguatezza della risposta ai problemi sollevati da un'analisi entropica – legati all'esaurimento delle risorse e all'inquinamento – attraverso strumenti standard, quali prezzi e regolamentazione delle emissioni.

5. L'influsso di Georgescu-Roegen sulla comunità scientifica

Georgescu-Roegen è scomparso nel 1994, e ha potuto controbattere argomentando in modo rigoroso e lucido alla maggior parte delle critiche che gli sono state rivolte. La degradazione della

materia resta dunque una verità: se la sua irreversibilità a livello teorico non è una certezza, lo è sicuramente a livello pratico. Ciò è sufficiente ad affermare che le risorse non rinnovabili sono, all'attuale stato della tecnologia, complessivamente soggette ad esaurimento.

L'opera di questo Maestro ha perciò formato in modo netto e indiscutibile la visione e gli orizzonti di ricerca di chi s'impegna oggi con serietà negli studi sull'interazione tra sviluppo ed economia, formando in modo particolare proprio coloro che gli hanno rivolto critiche. Daly non sarebbe certo diventato uno fra i maggiori economisti ambientali se non avesse avuto come maestro Georgescu-Roegen, che Jeremy Rifkin, uno dei divulgatori scientifici e interpreti della società odierna più letti, ha definito «maestro e profeta»²⁸.

Enzo Tiezzi scrive: «Nicholas Georgescu-Roegen ha riportato la teoria economica sulla frontiera della cultura scientifica del nostro tempo, ridiscutendo la nozione di valore economico, [...] e dando una dimensione cosmica alla legge economica dei rendimenti decrescenti, alla luce delle moderne analisi termodinamiche»²⁹. A dimostrazione dell'assimilazione profonda degli insegnamenti del grande studioso rumeno, il fisico italiano afferma che «*l'economia non può più fondarsi su scienze "reversibili" (meccaniche), ma su scienze "in divenire" (biologiche, termodinamiche)*», giungendo alla conclusione che «*l'economia classica è una forma di riduzionismo*»³⁰.

Tra coloro che hanno approfondito o analizzato il pensiero di Georgescu-Roegen troviamo lo spagnolo Juan Martinez Allier³¹, Gabriel Lozada e John M. Gowdy negli Stati Uniti d'America, e in Giappone il già citato Kozo Mayumi. In Romania, patria dell'Autore, troviamo Mihai C. Demetrescu e Iosif Constantin Dragàn, quest'ultimo, attraverso la Fondazione Dragàn, ha dato vita all'EABS, l'European Association for Bioeconomics Studies.

Per capire l'influenza che può aver esercitato in varia intensità Georgescu-Roegen, basta elencare alcuni degli studiosi con cui ha avuto contatti diretti e il loro approccio scientifico: in Inghilterra Charles Perrings, in Francia Jacques Grinevald, e in Italia Giacomo Becattini, Gianni Cannata, Giorgio Nebbia, Romano Molesti, Ignazio Musu e Stefano Zamagni³², ma anche Mercedes

Bresso, Riccardo Crivelli, Silvana De Gleria, Anna Pellanda e Silvia Zamboni. Altri studiosi italiani influenzati dall'opera dell'Autore sono Mauro Bonaiuti, Luigi Pucci, Enzo Tiezzi e Sergio Vellante.

In definitiva, si può affermare che non solo coloro che sposano le tesi di Georgescu-Roegen, ma anche quanti per un aspetto o per un altro le critica, non possono prescindere dallo studio del contributo di questo scienziato per analizzare il legame tra processo economico, ambiente e sviluppo umano.

Purtroppo, il suo auspicare una decrescita era considerata un'affermazione sconveniente, e questo ha spinto molti a prendere le distanze dall'Autore, altri, invece, a sostenere, divulgare e sviluppare solo alcune parti dell'impianto bioeconomico. Allo stato attuale delle cose, con crisi economiche e ambientali sotto gli occhi di tutti, la decrescita non è più una sorta di tabù, ma un'ipotesi di lavoro. Ecco allora che l'opera di Georgescu-Roegen, in anticipo di trent'anni e più sugli attuali movimenti di decrescita, può essere rivalutato e sostenuto senza imbarazzo, anzi, con forza vista la solida base scientifica³³.

6. Gli sviluppi della bioeconomia e l'approccio sistemico

I futuri sviluppi della bioeconomia potrebbero orientarsi su una maggior integrazione con i contributi provenienti dalla biologia e dalle scienze della vita, con particolare riguardo alle innovative teorie che sono andate sviluppandosi dagli anni Settanta. Tra queste sicuramente hanno un ruolo importante le teorie di Bateson, di Maturana e Varela, di Lovelock e Margulis, con i quali si può compiere un ulteriore passo verso l'approccio sistemico, insito nella teoria bioeconomica, ma che non fu però sviluppato da Georgescu-Roegen.

L'Autore forse temeva che il concetto di autorganizzazione, di disordine che porta all'ordine, di aumento della complessità che porta ad un nuovo equilibrio, potessero in qualche modo distogliere l'attenzione dalla degradazione che l'entropia porta, e perciò si focalizzò sull'irreversibilità degli effetti entropici in economia.

Ad ogni modo, per Georgescu-Roegen non vi era nessuna contraddizione, infatti scrive: «Primo, la legge dell'entropia si applica solo a sistemi completamente isolati, mentre invece un organismo vivente, come sistema aperto, scambia materia ed energia con il suo ambiente. Non si ha contraddizione con la legge di entropia in quanto l'aumento di entropia dell'ambiente compensa e supera la diminuzione di entropia dell'organismo.

Secondo, la legge dell'entropia non determina la velocità della degradazione, questa può essere accelerata, come lo è da tutti gli animali, o addirittura rallentata, per esempio da molte specie di vegetali.

Terzo, la stessa legge non determina i tipi di strutture che possono emergere da un caos entropico»³⁴.

Un ulteriore aspetto che rende problematica l'integrazione completa del pensiero dell'Autore con il paradigma sistemico, deriva dal fatto che, mentre nel pensiero sistemico l'uomo viene inserito come parte del tutto, ovvero come parte integrante della natura, negli scritti di Georgescu-Roegen sembra apparentemente persistere la contrapposizione fra uomo e Natura. Questa contrapposizione, tuttavia, si mantiene fino a quando non vi è la presa di coscienza della necessità di rispettare la natura e di piegarsi, quindi, ai limiti biofisici ed entropici che la regolano.

Questa visione, in qualche modo, preclude la possibilità di un'ulteriore coevoluzione uomo-natura fino a quando il primo non ritornerà ad agire in conformità e nel rispetto delle leggi e dei ritmi della seconda. Solo tale conformità può riportare a un rapporto coevolutivo tra gli esseri viventi, e tra questi e l'habitat. I più avanzati studi di biologia indicano proprio l'habitat non come uno dei tanti, ma come il principale degli elementi fondamentali dello sviluppo e dell'evoluzione della vita³⁵.

Certamente, l'evolversi dell'uomo grazie ad utensili e strumenti esterni ha incrinato questo rapporto di reciproco sviluppo. Ma allora, questa peculiarità può integrarsi in uno schema più ampio di coevoluzione tra uomo e natura di tipo esclusivamente biologico? E l'umanità, si sta così spingendo troppo oltre in questa evoluzione per poter riconciliare il suo apparato tecnologico e produttivo con i ritmi e gli equilibri della Biosfera?

Questo è sicuramente un interrogativo che non può rimanere aperto, anzi sembra chiudersi sotto il peso dei problemi ecologici, fino ad indicare due strade. La prima, quella della coscienza, richiede un gesto di umiltà da parte dell'uomo che deve tornare a considerare la Natura madre e maestra di vita. La seconda quella dell'incoscienza, che implica il semplice avanzare incuranti verso uno scuro futuro, schiavi di una finanza e di un'economia che schiaccia i popoli.

La nostra specie deve riconoscere che non può sfruttare e plasmare il pianeta a suo piacimento, senza incorrere essa stessa nel pericolo di estinzione o quanto meno, di un'involuzione, perché il benessere e il sapere per pochi, se basato sulla sofferenza di molti e sullo scempio dell'ambiente, non rappresenta un'evoluzione dell'umanità, ma solo viltà, arroganza e vana gloria.

Nel prossimo capitolo vengono analizzati gli studi che Georgescu-Roegen compie sull'evoluzione biologica dell'uomo, del ruolo che l'entropia svolge in essa, dei problemi sociali ed economici che ne derivano e delle soluzioni che egli propone, giungendo così a una nuova impostazione scientifica: la bioeconomia.

NOTE

¹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 26.

² *Ibidem*.

³ *Ivi*, pp. 28-31.

⁴ Nota Zamagni come l'attaccamento alla realtà del suo Paese natale, unito all'interesse suscitato da Schumpeter per il tema dello sviluppo economico, condizioneranno le tematiche scientifiche che Georgescu-Roegen sceglierà di affrontare nella sua attività accademica, alla quale affiancherà alti incarichi in organismi pubblici e in istituzioni scientifiche. «Lo sfruttamento sregolato e non razionale dei giacimenti petroliferi – risorsa principale dell'economia rumena – lo induce a prendere atto della mutua influenza tra processo economico e ambiente naturale, un'influenza che l'economia standard non è attrezzata a trattare in maniera adeguata». S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 11. Sull'influenza di Schumpeter si veda *ivi*, p.10 nota 2.

⁵ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 33.

⁶ *Ivi*, p. 35.

⁷ *Ivi*, pp. 36-37.

⁸ *Ivi*, p. 39.

⁹ *Ivi*, p. 51.

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ *Ivi*, pp. 38-44.

¹² *Ivi*, p. 31.

¹³ *Ivi*, p. 55. L'Autore afferma : «anzi, addirittura uno stato di contrazione che non converga verso l'annichilimento».

¹⁴ *Ivi*, pp. 56-57.

¹⁵ *Ivi*, p. 58.

¹⁶ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, "Economia e Ambiente", n. 1 1984, pp. 10-13.

¹⁷ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 33.

Scrivendo l'Autore (*Postfazione* a J. Rifkin, *Entropia*, Milano 2000, p. 430): «Primo, la legge dell'entropia si applica solo a sistemi completamente isolati, mentre invece un organismo vivente, come sistema aperto, scambia materia ed energia con il suo ambiente. Non si ha contraddizione con la legge di entropia in quanto l'aumento di entropia dell'ambiente compensa e supera la diminuzione di entropia dell'organismo.

Secondo, la legge dell'entropia non determina la velocità della degradazione; questa può essere accelerata, come lo è da tutti gli animali, o addirittura rallentata, per esempio dalle piante verde.

Terzo, la stessa legge non determina i tipi di strutture che possono emergere da un caos entropico».

¹⁸ «La tesi secondo la quale lo stato stazionario costituisce la nostra salvezza economica, così brillantemente sostenuta da Herman Daly (1973) urta anche contro la quarta legge. La sua grande popolarità nei paesi occidentali è soprattutto dovuta al fatto che la gente dei paesi sviluppati, che presentemente si sentono minacciati dalla crisi dell'energia, desidererebbero mantenere per sempre il loro attuale livello di vita», N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia, – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, F. Angeli, Milano 2003, pp. 110-111; (Il testo cui l'Autore si riferisce è H. Daly, *Toward a Steady State Economy*, W.H. Freeman, San Francisco 1973). Il Nostro aggiunge, in nota: «Questa tesi è stata appoggiata da un errore logico molto frequente secondo il quale un sistema che non può continuare crescere deve necessariamente divenire stazionario» (*ivi*, p. 118 nota 16).

¹⁹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 56.

²⁰ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 111.

²¹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, pp. 111-112. A proposito del lavoro di Costanza, l'Autore commenta, in nota, (*ivi*, p. 118, nota 17): «Apparentemente, l'idea di trasformare l'economia politica in una scienza energetica non è del tutto nuova. Nei nostri giorni molti autori la hanno esposta, ma nessun articolo contiene un concentrato di confusioni e stranezze come quello di R. Costanza (1980)». Il testo cui il Nostro fa riferimento è R. Costanza, *Embodied Energy and Economic Valuation*, "Science" 210, (12.12.1980), pp. 1219-1224.

²² N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 111. In nota, (*ivi*, p. 118, nota 17) l'Autore commenta in modo particolarmente duro: «Apparentemente, l'idea di trasformare l'economia politica in una scienza energetica non è del tutto nuova. Nei nostri giorni molti autori la hanno esposta, ma nessun articolo contiene un concentrato di confusioni e stranezze come quello di R. Costanza (1980)». Il testo a cui il Nostro fa riferimento è R. Costanza, *Embodied Energy and Economic Valuation*, Science 210, (12.12.1980), pp. 1219-1224.

²³ C. Bianciardi, E. Tiezzi, S. Ulgiati, *Complete Recycling of Matter in the Frameworks of Physics, Biology and Ecological Economics*, “Ecological Economic”, vol. 8, 1993, pp. 1-5.

²⁴ E. Tiezzi, *Fermare il tempo*, Raffaello Cortina Editore, Milano 1996, p. 61.

²⁵ Kozo Mayumi, pur essendo un allievo e un sostenitore di Georgescu-Roegen, ha affermato: «GR formulation is not compatible with the framework of thermodynamics», di seguito, però, precisa che «the argument above seems to be against Georgescu-Roegen’s claim; matter matters too. However it should be noticed that the technological and economic rationale of the ‘Fourth Law’, which will be given later, deserves special attention for our bioeconomic existence on the earth». K. Mayumi, *Georgescu-Roegen’s ‘Fourth Law of Thermodynamics’ and the Flow-Found Model in Entropy and Bioeconomics: Proceeding of the First International Conference of the European Association for Bioeconomics Studies - E.A.B.S.*, a cura di J.C. Dragan, E.K. Seifert, M.C. Demetrescu, Nagard, Milano 1993, p. 401.

²⁶ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, pp. 110-111; Il testo cui l’Autore si riferisce è H. Daly, *Toward a Steady State Economy*, ed. W.H. Freeman, San Francisco 1973. Il Nostro aggiunge, in nota: «Questa tesi è stata appoggiata da un errore logico molto frequente secondo il quale un sistema che non può continuare crescere deve necessariamente divenire stazionario» (*ivi*, p. 118 nota 16).

²⁷ L’Autore paragonò queste impostazioni alle false medicine proposte dai venditori ambulanti e dai ciarlatani durante la colonizzazione del West. Su questa valutazione e sulla controversia tra Georgescu-Roegen, Daly e Costanza si veda M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, Carocci, Roma 2001, pp. 48-53.

²⁸ J. Rifkin, *Entropia*, Baldini e Castoldi, Milano 2000, p. 9.

²⁹ E. Tiezzi, *I limiti biofisici della Terra e la rilettura delle categorie spazio-tempo*, in *Economia dell’ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, p. 232.

³⁰ *Ivi*, p. 233.

³¹ Bonaiuti nota come Martinez Allier ha saputo interpretare coerentemente la teoria bioeconomica non limitandosi a una semplice riproposizione, ma facendola confluire senza contraddizioni o rotture nell’attuale corrente della *Ecological Economics*. M. Bonaiuti, *La teoria Bioeconomica*, p. 44.

³² Beccattini, nella recensione al volume di Mauro Bonaiuti, *La teoria bioeconomia* (Carocci, Roma 2001), apparsa sulle pagine del suo sito dell’Università di Firenze, nota come l’autore rilevi “incidentalmente”

il fatto che dopo un periodo di grande coinvolgimento gli studiosi italiani non seguirono Georgescu-Roegen sulla via della Bioeconomia (a pagina 43 del volume citato si veda la nota 29). Beccattini conclude affermando che questo rimane un suo – ma non solo suo – rammarico. Sostenitore irriducibile della Bioeconomia è, invece, Romano Molesti.

³³ Per quanto riguarda l'Italia, la bioeconomia può essere innestata facilmente nella tradizione economica italiana, che ha evidenziato una particolare propensione alla ricerca del benessere per l'uomo-individuo, attraverso una società in cui l'economia risponda alle esigenze della società valorizzando il territorio. Questa impostazione ha caratterizzato l'analisi di numerosi studiosi italiani del passato: dagli autori Classici italiani del Settecento – quali Genovesi, Beccheria, Verri, Galiani – a Giuseppe Toniolo tra Otto e Novecento, a Guido Menegazzi e Arrigo Serpieri nella seconda metà del Novecento, solo per richiamarne alcuni.

A metà del XVIII secolo in Italia si è sviluppato un complesso approccio teorico che si identifica nella Scuola Napoletana (Genovesi, Filangieri, Galiani, Palmieri e Fuoco), nella Scuola Toscana (Bandini) e nella Scuola Lombardo-Veneta (Beccaria, Verri, Ortes e Zanon). Le caratteristiche comuni degli scritti degli autori provenienti da queste scuole sono la loro particolare attenzione alle situazioni locali e alla promozione dell'agricoltura per stimolare la ricchezza collettiva. Inoltre, essi hanno mostrato particolare interesse a una gestione più efficiente della pubblica amministrazione. Per approfondimenti si veda Cristina Spiller Nardi (1991, 2005). Questo modo di intendere l'analisi economica, definita "economia civile", è stato analizzato e attualizzato da Stefano Zamagni, Luigino Bruni e Pier Luigi Sacco (Bruni, Zamagni, 2004; Sacco, Zamagni, 2002).

Toniolo, sociologo ed economista cattolico, basava la sua attività scientifica su un approccio interdisciplinare, fondendo analisi storiche, sociologiche, economiche e statistiche. Egli sosteneva che il benessere dell'individuo era dato da una concomitanza di fattori: economici, politici e sociali. Inoltre, affermava che l'ambiente naturale non solo è una fonte diretta di ricchezza, ma anche un elemento che influenza le caratteristiche intellettuali e culturali di una società. L'obiettivo di Toniolo era indicare i fondamenti di una "società organica" che corrispondesse ai fini dell'*individuo*, della *società*, dello *Stato* e della *civiltà*. Fini che devono essere sinergici fra loro e tesi al miglioramento della vita umana, in particolare dei più poveri (Toniolo, 1882, 1897, 1899, 1949-1952).

Questa impostazione è condivisa da Guido Menegazzi, per il quale la società doveva essere riformata tenendo conto di un "ordine vitale" basato sulla "legge di avvaloramento". Secondo questa legge all'apice vi

sono i valori spirituali, etici e religiosi, e poi, in modo subordinato e funzionali gli uni agli altri, vi sono i valori politici, giuridici, economici e finanziari. Il rispetto di quest'avvaloramento gerarchico può garantire un ordine vitale e solidarista dei popoli che porti a un vero e duraturo sviluppo delle comunità nazionali e internazionali (Menegazzi, 1964, 1965, 1966, 1967, 1970, 1975).

Toniolo, Menegazzi e Georgescu-Roegen nelle loro analisi abbracciano la complessità dell'individuo e della società e si muovono secondo un'idea ben precisa di finalità del processo economico e giungono a conclusioni affini. Per Georgescu-Roegen il fine ultimo del processo economico è il godimento della vita, che riguarda la soddisfazione dei bisogni fisici, intellettuali e relazionali di un individuo. Per Menegazzi i bisogni di un individuo discendono dalla sua visione etica o religiosa. L'importanza dei bisogni viene analizzata da Georgescu-Roegen come fondamento alternativo alla teoria del comportamento del consumatore. Toniolo, sosteneva che era il perseguire i valori etici e spirituali che favoriva lo sviluppo economico e sociale e non il benessere economico a determinare un incivilimento.

Tutti e tre questi autori, inoltre, usano, anche se con un grado di raffinatezza e complessità diversa, strumenti matematici come supporto allo studio della realtà, ma senza compiere forzature o semplificazioni eccessive. Georgescu-Roegen fu uno dei padri dell'econometria, Menegazzi si rifece ai contributi del matematico Fantappiè, Toniolo sosteneva l'uso della statistica in modo strumentale e prudente al fine di avvalorare le analisi socioeconomiche.

Arrigo Serpieri, economista, politico e agronomo italiano, è il fondatore, in Italia, dell'Economia Agraria secondo un approccio incentrato sull'interdipendenza tra economia, territorio e qualità della vita della popolazione (Serpieri, 1929, 1942-1943, 1957). Molte delle intuizioni bioeconomiche trovano origine negli studi di economia agraria, avendo questa materia come punto di partenza lo studio dei processi legati alla conversione dell'energia solare attraverso la fotosintesi clorofilliana, elemento fondamentale per la vita del nostro pianeta. Un legame che ha sicuramente ancora molto da dire.

³⁴ N. Georgescu-Roegen, *Postfazione* a J. Rifkin, *Entropia*, Baldini e Castoldi, Milano 2000, p. 430.

³⁵ Cfr. L. Margulis, D. Sagan, *Microcosmo*, Mondadori, Milano 1989.

CAPITOLO V

EVOLUZIONE ED ENTROPIA: LA BIOECONOMIA E LA DECRESCITA

1. La realtà economica come processo evolutivo

Nicholas Georgescu-Roegen nacque in Romania nel 1906, e prima di stabilirsi in America negli anni Cinquanta come professore universitario e scienziato, ricoprì incarichi importanti in istituzioni non solo culturali, ma anche pubbliche, avendo così l'opportunità di studiare l'economia dirigistica-programmata prima, e l'economia di libero mercato poi. Matematico di formazione, precursore dell'econometria, e fautore di alcuni contributi su cui l'economia standard si è finora basata, è diventato un'economista, come egli stesso si definì, «non ortodosso». Avuto modo di constatare gli effetti collaterali dei due approcci economici allora più diffusi¹, e dei limiti dei modelli matematici nell'analisi e nella risoluzione dei problemi economici, s'impegnò per superare tali limiti ed errori metodologici nella comprensione e nella gestione della realtà.

Gli studi compiuti da Georgescu-Roegen lo portarono, da una parte ad affermare la necessità di affiancare ai concetti aritmo-morfici – basati sui numeri e costitutivi delle varie formule e dei modelli utilizzati abitualmente nelle scienze – i concetti dialettici, i quali contemplanò l'uso delle argomentazioni dialettiche per gli elementi, le cui qualità non sono quantificabili. Dall'altra i suoi studi lo portarono ad utilizzare l'entropia come chiave di lettura della realtà economica e dello sviluppo umano. Queste conclusioni lo hanno allontanato dalla classica interpretazione dei fenomeni economici come fenomeni meccanici, prevedibili e reversibili. La concezione della relazione tra gli eventi in un'ottica evolutiva, spostando l'analisi dalle parti al tutto, spinse Georgescu-Roegen ad interpretare il processo economico come un fenomeno

di tipo evoluzionistico che crea la propria storia con la sua attività², in piena contrapposizione con il meccanismo newtoniano che porta alla rappresentazione ciclica del fenomeno economico da parte dell'economia neoclassica³.

2. L'economia politica come estensione della biologia

L'Autore ricorda, però, che non tutti gli economisti identificano il processo economico con un processo meccanico, e ripercorre brevemente, a tal proposito, i casi più famosi⁴.

Nel pensiero della scuola classica era implicito il movimento del processo economico lungo una direzione definita e irreversibile: David Ricardo e John Stuart Mill parlano del raggiungimento di uno stato stazionario, anche se il primo lo definisce poco attraente, mentre il secondo lo descrive come uno stato di grazia⁵. Sir Williams Petty assimilava il processo economico con il fenomeno biologico della riproduzione, con il capitale come padre e la Natura quale madre⁶.

Karl Marx parla del continuo cambiamento qualitativo che muove il processo economico nel tempo storico, sia in modo progressivo e graduale, sia in modo improvviso e drammatico, fino a formare strutture sociali completamente nuove⁷.

Malthus vede la lotta del genere umano per sopravvivere in un ambiente naturale spesso ostile, come un moto pendolare meccanico tra periodi di prosperità e crescita demografica, alternati a periodi di carestia, pestilenze e alta mortalità. Ma Malthus prevede anche un continuo aumento del progresso, che porterà ad un aumento anche della popolazione fino a quando i nuovi arrivati non troveranno più posto "al banchetto" della Natura. Importante merito di Malthus è aver ricordato che l'uomo non è un'eccezione nel regno della biologia: anche noi come le altre specie viviamo in un ambiente finito, e se l'uomo è mortale lo è anche la specie⁸. Il lavoro di quest'autore ebbe un'influenza particolare su Charles Darwin e sulla sua teoria dell'evoluzione biologica (1838), una prova, questa, clamorosa per Georgescu-Roegen della stretta relazione tra mondo economico e mondo biologico⁹.

Più tardi, mentre in Europa Jevons, Walras e Pareto si faceva-

no annunciatori della nuova economia scientifica basata sulla fisica meccanica, negli Stati Uniti l'economista statunitense Alfred Marshall si opponeva a tale impostazione. Per Marshall, i meriti dell'impostazione meccanico-descrittiva erano assai contenuti, e i modelli matematici più utili all'economia erano quelli semplici. Quando si doveva studiare l'infinita complessità del processo reale, ci si doveva, invece, rivolgere alla biologia, che definisce "Mecca dell'economia"¹⁰. Per Marshall, individui appartenenti a diverse culture costituiscono, in un certo senso, specie biologiche diverse. Il processo economico altera, non solo quantitativamente, le forze economiche e sociali, ma ne muta anche il carattere. La meccanica contempla solo cambiamenti quantitativi delle forze, e non cambiamenti qualitativi del carattere stesso¹¹.

Marshall, però, non si spinse oltre, lungo la strada tracciata da questa visione. L'analogia biologica verrà poi ripresa anche da Schumpeter, il quale applicò il concetto di cambiamento e di evoluzione qualitativa allo studio dello sviluppo economico. Quest'ultimo, seppur non proponendo l'integrazione di strumenti di analisi tipici della biologia in economia, contribuì di fatto a gettare le basi per un approccio all'economia di tipo evoluzionistico¹².

Schumpeter portò, tra gli altri, due importantissimi contributi per la comprensione del processo economico. Innanzitutto, dimostrò l'irreversibilità delle curve di offerta di lungo periodo, in contrasto con la visione ciclica dell'economia, e con la convinzione che il sistema e le sue variabili possano tornare allo stato originale in seguito a fluttuazioni, grazie ad azioni di segno inverso. Questo a causa della «natura ortogenetica» delle innovazioni, il che dimostra come anche i gusti, derivando da un processo d'apprendimento, cambiano in modo irreversibile. Le innovazioni cambiano quindi i gusti della domanda e vanno a differenziare le imprese. Da questo deriva il secondo contributo. Le imprese sono tutte diverse le une dalle altre, perché dotate di «qualità darwiniane differenti», che ne determinano o meno il successo¹³. Schumpeter vede, infatti, l'origine dello sviluppo economico nel flusso perenne, ma discontinuo, delle innovazioni tecniche che si verificano spontaneamente in ogni contesto sociale, e che sono le uniche vere responsabili dell'evoluzione unidirezionale del processo

economico. Tali discontinuità, però, non sono progressive per piccoli passi, come descritto da Darwin, ma determinano dei balzi evolutivi. Schumpeter, per il Nostro, «mostra l'analogia fra lo sviluppo economico e l'evoluzione biologica nel modo più chiaro e stringente»¹⁴. Georgescu-Roegen ricorda come il biologo Goldschmit affermava che l'evoluzione biologica non può essere spiegata solo da piccole mutazioni, in realtà reversibili. L'evoluzione richiede l'emergere improvviso e accidentale di un *successful monster*, un “mostro di successo”, ovvero capace di adattarsi e vivere meglio nel contesto di riferimento. Nella teoria dei sistemi dinamici, l'emergere di queste nuove strutture è detto “punto di biforcazione”. Tutti questi esempi mettono in evidenza l'esistenza di un omomorfismo tra i fenomeni biologici e quelli economici, che se approfondito può portare «a una comprensione del processo economico migliore di quella che ci offre la concezione meccanicistica»¹⁵.

3. L'evoluzione esosomatica umana

Georgescu-Roegen, perciò, va ben oltre la semplice constatazione dell'omomorfismo fra economia e biologia, e si mette alla ricerca delle cause di una così profonda similarità. Nel far ciò, l'Autore studia l'evoluzione umana e arriva ad abbracciare la visione di Alfred Lotka, in base alla quale l'uomo ha un'evoluzione esosomatica. L'uomo, infatti, contrariamente alle altre specie viventi non ha seguito un'evoluzione biologica “pura”, la quale si sviluppa all'interno dei confini dell'organismo con strumenti “endosomatici”. Egli si è sviluppato perciò attraverso un'evoluzione che si può definire “esosomatica”, ovvero attraverso organi esterni al corpo, “esosomatici” per l'appunto, di cui non è dotato dalla nascita¹⁶.

Nell'evoluzione esosomatica questi organi sono stati migliorati, molti sono scomparsi per lasciare il posto ad altri più efficaci, e ogni generazione eredita la struttura esosomatica dalla precedente in modo simile alla legge ereditaria biologica. Attraverso le strutture fisiche e le tradizioni, infatti, vengono trasmessi da una generazione all'altra saperi e propensioni culturali¹⁷. Questo

aspetto si riflette nello studio dei Paesi in via di sviluppo, nel quale gli studiosi si sono trovati a contatto con società tradizionali. In questi contesti si è osservata l'importanza rivestita dalla propensione culturale per il processo economico, nel determinare il successo dell'implementazione delle politiche e degli interventi tesi all'ammodernamento del sistema economico dei Paesi "arretrati". Purtroppo, molte strategie di stimolo dello sviluppo si basano su un retaggio della filosofia meccanicistica che alimenta «l'illusione che *sono le macchine che sviluppano l'uomo, non l'uomo che sviluppa le macchine*»¹⁸.

4. Il destino prometeico dell'uomo

Georgescu-Roegen, ripercorrendo l'evoluzione umana e le varie scoperte che portarono alla nascita degli organi esosomatici, arriva ad affermare che nella storia dell'uomo due sono state le scoperte fondamentali per il suo sviluppo e le ha chiamate Prometeo I e Prometeo II¹⁹.

Prometeo I rappresenta la scoperta del fuoco – dono secondo la mitologia greca, per l'appunto, del semidio Prometeo – che si basa sulla conversione qualitativa dell'energia chimica (racchiusa nel legno) in energia sotto forma di calore (sprigionata dal fuoco). Inoltre, tale conversione procede con una reazione a catena: basta una scintilla e dell'altro legname per alimentare il processo. Infatti, la prima fase dello sviluppo industriale, che si può chiamare l'era tecnologica «*dell'età del legno*», portò alla scomparsa delle grandi foreste occidentali²⁰.

La salvezza dall'esaurimento di questa risorsa venne con Prometeo II, ad opera dei "mortal" Thomas Savery e Thomas Newcomen. Il primo inventò la pompa a vapore, mentre il secondo la prima macchina a vapore. Prometeo II si alimentava a carbone e consisteva nella trasformazione qualitativa dell'energia, sotto forma di calore, in energia motrice. Nuovamente, vi era un processo a catena: con una macchina a vapore e sufficiente carbone si poteva estrarre altro carbone e minerali per costruire altre macchine, con le quali si potevano costruire altre macchine ancora, e così via. Il carbone è stato poi sostituito dal petrolio a partire dai

primi decenni del XX secolo²¹.

Tuttavia, l'impiego, definito stravagante dall'Autore, di Prometeo II, sta portando prematuramente alla fine questo processo cominciato duecento anni fa, e non si vede all'orizzonte una soluzione all'esaurirsi dello stock d'energia racchiuso nei combustibili fossili necessari per alimentarlo.

5. I problemi bioeconomici dell'evoluzione umana

L'evoluzione esosomatica della specie umana ha portato l'uomo al dominio, illusorio, della Terra, producendo però cambiamenti irreversibili e divenendo fonte di profonde angosce²².

La prima angoscia è legata all'ineluttabile conflitto sociale che affligge la specie umana. Secondo l'Autore, infatti, l'evoluzione esosomatica ha spinto l'uomo a vivere in una società organizzata, in cui la costruzione via via sempre maggiore dei beni e degli organi esosomatici ha richiesto la specializzazione nella produzione²³. Conseguentemente, da una parte, grazie all'uso di strumenti esosomatici, vi fu un surplus di produzione rispetto al fabbisogno del singolo clan, mentre dall'altra molti di questi nuovi strumenti necessitavano per il loro funzionamento di un numero superiore di individui rispetto a quelli presenti nel clan stesso. Di conseguenza, la produzione perse il carattere *familiare* per divenire un'attività *sociale*²⁴.

Inizialmente, in queste proto-società si instaurò un comunismo primitivo, ma ben presto la produzione necessitò, per la sua ottimizzazione, di essere organizzata e controllata da alcuni membri della società, che per questo ruolo di guida videro aumentare il loro reddito. Da questo nascerà un conflitto per la porzione di reddito sociale che, con l'aumentare del numero degli individui e al crescere della capacità produttiva, si trasformerà inevitabilmente in conflitto di classe²⁵.

L'Autore fa notare, però, come la produzione sociale e l'organizzazione della società che ne deriva, abbiano bisogno di una particolare serie di servizi per il proprio funzionamento, quali «supervisori, coordinatori, organi decisionali, legislatori, predicatori, insegnanti, giornalisti e così via»²⁶. La loro produttività non

può essere misurata in modo oggettivo come i servizi prestati da operai, artigiani, contadini e lavoratori appartenenti ad altre professioni. Classificare i primi *improduttivi* e i secondi *produttivi*, come spesso si è fatto nel corso della storia, è ingannevole, dato che sono entrambi necessari alla produzione. L'Autore nota come storicamente le élite di tutte le società finora conosciute si ritrovano fra le classi che svolgono servizi apparentemente "improduttivi"²⁷.

Alla suddivisione fra chi dirige la produzione e chi la svolge materialmente, si è andata così sovrapponendo quella fra coloro che possono, appartenendo ad una élite, avere gli strumenti che vogliono, e quelli che possono solo stare a guardare. E non vi è ragione, afferma il Nostro, per giustificare la convinzione che in futuro l'evoluzione sociale e politica cambierà questo sistema. Tale conflitto, che colpisce l'uomo per via del suo sviluppo esosomatico, è assente in qualunque altra società organizzata del mondo animale, nel quale ogni individuo non desidera avere un ruolo diverso da quello che gli è stato attribuito dalla nascita per ragioni biologiche²⁸.

Il secondo motivo di angoscia per l'uomo, derivante dalla sua particolare evoluzione, è l'assuefazione del genere umano alle comodità industriali. Il pericolo maggiore che deriva da tale assuefazione è la dipendenza che l'uomo ha sviluppato nei confronti dello stock di materia ed energia immagazzinate nel sottosuolo. Tutte le altre specie animali, invece, traggono sostentamento direttamente o indirettamente dal flusso di energia proveniente dal sole²⁹.

L'evoluzione esosomatica umana è un aspetto che è stato trascurato, ma che merita grande attenzione, soprattutto alla vista dei problemi ambientali che ha generato. Problemi che scaturiscono dal processo economico, il quale ha però origini e conseguenze biologiche, perché lo sfruttamento delle risorse minerarie non ha intaccato solo la struttura geologica del pianeta, ma l'intera biosfera³⁰.

Inoltre, in questa sorta di «lotta per lo sviluppo», costringiamo all'estinzione numerose specie animali e vegetali, perché in competizione per le stesse risorse alimentari o per il territorio³¹. Come hanno dimostrato James Lovelock e Lynn Margulis con la teoria

di Gaia³², l'intera biosfera si basa sull'equilibrio di una rete di relazioni che permettono di mantenere le condizioni adatte alla vita sul nostro mondo. Ogni organismo, dai batteri, agli animali, ai vegetali, influenza la vita degli altri organismi e dell'ambiente; ogni azione negativa ha quindi una serie di ricadute che si amplificano in modo imprevedibile. Danneggiare l'equilibrio della biosfera finisce, di conseguenza, per mettere a repentaglio anche la nostra stessa esistenza.

«Non sorprende perciò – afferma l'Autore – che la termodinamica e biologia si vadano continuamente avvicinando, e che l'entropia occupi oggi una posizione eminente nella spiegazione dei processi biologici»³³.

Georgescu-Roegen è convinto che «*anche se i problemi connessi con l'attività esosomatica non sono tutti di natura puramente biologica, i più profondi lo sono*»³⁴. Per capire lo sviluppo e i problemi legati al divenire sociale ed economico è necessario compiere studi sul carattere evolucionistico del processo economico stesso, i quali però, avverte l'Autore, non sono semplici come un modello lineare. Ma questi studi, come già Schumpeter lamentava, fa notare il Nostro, sono spesso screditati e rinnegati³⁵.

Per Georgescu-Roegen quindi, il problema dell'evoluzione umana, che ha causato i due cambiamenti fondamentali e irreversibili che contraddistinguono la nostra specie, l'irriducibile conflittualità sociale e l'assuefazione agli strumenti esosomatici, «È un problema né solo biologico, né solo economico, ma bioeconomico»³⁶. Questi cambiamenti si basano sul differente uso delle risorse che l'uomo fa rispetto agli altri organismi viventi. L'uomo utilizza lo stock di materia ed energia presente nel sottosuolo; le altre specie usano, invece, il flusso di energia che proviene dal sole. Il tema dell'evoluzione esosomatica dell'uomo viene definito dall'Autore uno dei concetti di base della bioeconomia³⁷.

6. Asimmetrie delle risorse e crescita demografica

La bioeconomia per Georgescu-Roegen deve perciò studiare l'utilizzo da parte dell'uomo delle diverse fonti energetiche e del-

la materia nel processo economico³⁸. Si avrebbe così un impianto teorico sul quale basare la ricerca di una nuova impostazione economica, in una rinnovata alleanza con la Natura, da attuare nell'attesa o nella ricerca di Prometeo III.

La Terra è un sistema termodinamico chiuso, che può ricevere dall'esterno solo l'energia solare, perciò le risorse di materia a bassa entropia devono essere gestite tenendo ben presente questa realtà. Questo implica che le risorse utilizzabili sono destinate ad un lento, ma inesorabile, esaurimento, e che anche i problemi del riciclaggio e dell'eliminazione dell'inquinamento vanno gestiti tenendo conto che essi hanno un costo in termini di consumo energetico e materiale.

Secondo il suo fondatore, la bioeconomia deve tendere ad individuare le vie per lo sviluppo e il benessere della specie umana attraverso l'analisi delle asimmetrie, legate alle fonti a bassa entropia che l'umanità possiede: «l'energia libera ricevuta dal Sole da un lato, l'energia libera e le strutture materiali ordinate che giacciono nelle viscere della Terra dall'altro»³⁹. Egli ne individua sei.

La prima asimmetria deriva dal fatto che l'energia solare è un flusso, mentre l'energia terrestre è uno stock. Le radiazioni solari possono essere usate senza intaccare la disponibilità per le generazioni future: non è possibile infatti influire su questo «saggio di flusso», perché non possiamo utilizzare che la quantità che ci giunge in tempo reale. Le energie fossili, così come tutte le altre materie prime presenti nel sottosuolo, sono uno stock limitato e destinato ad esaurirsi in base all'uso che decidiamo di farne. La disponibilità per le generazioni future è perciò influenzata dal consumo delle generazioni precedenti⁴⁰.

La seconda asimmetria si basa sul fatto che possiamo trasformare della materia in energia, ma attualmente non conosciamo nessun procedimento pratico per poter trasformare l'energia in materia. Dunque, la bassa entropia materiale accessibile da parte dell'uomo è l'elemento cruciale dal punto di vista della bioeconomia, più critico anche dell'esaurimento dell'energia terrestre. Una volta utilizzate le fonti energetiche terrestri e le materie prime, non vi è modo di rigenerarle, e quindi si esauriscono, mentre l'energia solare sarà disponibile per le prossime generazioni⁴¹.

Oltre all'aspetto qualitativo, bisogna considerare anche l'aspetto quantitativo di questa asimmetria: lo stock di energia terrestre libera, afferma l'Autore, è stimato pari a sole due settimane di energia, sotto forma di radiazioni provenienti dal Sole. Questa è la terza asimmetria che rende palese l'errore che si compie ogni qual volta si sostituisce, quando non è necessario, l'energia solare con il limitato stock di energia fossile o terrestre in genere.

Quarto elemento problematico è l'intensità delle fonti energetiche, in rapporto all'utilizzazione industriale. L'energia terrestre è disponibile in forma concentrata, di conseguenza è possibile ottenere in modo immediato grandi quantità di lavoro. L'energia solare, invece, ci giunge con un'intensità estremamente bassa, il che rende problematico convogliarla e concentrarla in una quantità adatta a mettere in moto processi industriali di un certo livello. Questa difficoltà, specifica l'Autore, rappresenta però una difficoltà che potrebbe essere superata grazie alla ricerca e all'innovazione tecnologica⁴².

Quinto, l'energia solare ha «un vantaggio unico e incommensurabile», il suo utilizzo «*non produce inquinamento*», mentre l'uso delle fonti terrestri presenta l'inconveniente di produrre un inquinamento indesiderato, irriducibile, e quindi cumulativo. L'energia solare, al contrario, che venga utilizzata o no, finisce con il diventare calore diffuso mantenendo, in questo modo, l'equilibrio termodinamico propizio alla vita fra la Terra e lo spazio esterno⁴³.

La sesta asimmetria deriva dal comportamento che l'uomo tiene nell'uso delle risorse. Egli non è in competizione con nessuna specie animale per l'utilizzo dell'energia e delle materie prime della Terra, ma l'uso che ne fa mette in pericolo molte forme di vita, anche la propria. L'uomo corre rischi sia diminuendo la biodiversità, distruggendo specie animali e vegetali, che concorrono a regger l'equilibrio della biosfera, sia inquinando la biosfera stessa, minando la qualità dell'ambiente che soddisfa esigenze biologiche primarie: cibo, acqua, aria⁴⁴.

Altro problema denunciato dall'Autore che si affianca alla diversa natura delle fonti materiali ed energetiche è la crescita demografica⁴⁵. L'aumento della popolazione mondiale non solo non

tiene conto delle risorse del pianeta, ma è accompagnato anche da una sperequazione nella distribuzione delle ricchezze che determina un consumo nei Paesi industrializzati di 100 volte e più superiore a molti Paesi in cui le masse sono ridotte alla povertà assoluta. Nei Paesi ricchi gli abitanti si sono oramai assuefatti ad un «comfort stravagante»⁴⁶, che determina un enorme consumo di combustibili fossili e di minerali, precludendo lo sviluppo futuro. Ogni volta che produciamo una Cadillac, «per non parlare di ogni strumento di guerra»⁴⁷, afferma l'Autore, si consuma una dose di bassa entropia, di materia e di energia, e perciò in futuro si potranno costruire meno aratri e si potranno sostenere, di conseguenza, meno vite umane⁴⁸.

Anche i consumi alimentari sono eccessivi nelle economie industrializzate, mentre l'agricoltura moderna, intensiva e meccanizzata, comporta uno sperpero enorme di risorse. L'aumento di produzione che si ottiene con le attuali tecniche non è sostenuto dall'energia solare, ma da un aumento più che proporzionale di bassa entropia terrestre: al posto di fertilizzanti organici e del maggese si utilizzano i fertilizzanti chimici, al posto di animali da soma e da tiro si utilizzano trattori e altri macchinari, ovvero capitale manufatto che richiede materie prime per essere costruito e combustibili fossili per operare, risorse queste criticamente scarse⁴⁹.

7. La decrescita

Quale può essere allora il modo per affrontare i problemi derivanti dalle asimmetrie delle risorse e dalla crescita demografica al fine di garantire uno sviluppo duraturo all'umanità?

Per quanto riguarda la popolazione, l'Autore sostiene che si dovrebbe tornare ad un maggior uso dell'«agricoltura organica»⁵⁰, ovvero un'agricoltura basata essenzialmente sull'uso di energia solare: infatti, animali da soma e concimi organici costituiti da deiezioni animali o materiale vegetale, sono tutti elementi biologici alimentati dai raggi solari⁵¹. Per il Nostro, la bestia da soma è ancor oggi «il miglior convertitore dell'energia solare in lavoro meccanico»⁵². Lo stesso può dirsi della catena alimentare, che

fungeva da controllo della popolazione per moltissimi parassiti in agricoltura, sostituita dall'uso degli insetticidi⁵³.

Di conseguenza, secondo i principi della termodinamica, la quantità di popolazione desiderabile dovrebbe corrispondere a quella che può essere nutrita con la sola agricoltura organica⁵⁴.

Per quanto riguarda le asimmetrie delle risorse, sicuramente, afferma l'Autore, non è sensato cercare nuovi modi economicamente più efficienti per attingere alle fonti minerali di energia, che sono limitate e inquinanti. Bisogna abbandonare questo comportamento «opportunistico» e dirigere tutti gli sforzi a migliorare i modi di utilizzazione diretta dell'energia solare, la sola fonte pulita e praticamente illimitata.

Purtroppo, afferma il Nostro, non esistono oggi ricette fattibili per una tecnologia solare in grado di sostenersi da sola e generare un processo a catena su larga scala diffuso sul globo. Esistono, comunque, altre fonti d'energia pulite e rinnovabili, le quali sfruttano in modo indiretto l'energia solare, per esempio l'energia eolica, le benzine vegetali e le biomasse. Tuttavia, la conversione diretta delle radiazioni solari in energia motrice rimane sicuramente uno dei più grandi successi a cui l'uomo può aspirare⁵⁵.

In attesa di scoprire una fonte d'energia pulita in grado di sostenersi da sola⁵⁶, o «al peggio scivolare lentamente e senza catastrofi verso una tecnologia meno “calda” [...] una sola strategia che s'impone senza appello, quella della conservazione generale»⁵⁷.

Per Georgescu-Roegen, la professione dell'economista dovrebbe subire «un curioso cambiamento»: invece di essere impegnata esclusivamente nella ricerca di una crescita economica, gli economisti dovrebbero trovare «criteri ottimi per pianificare la diminuzione»⁵⁸.

8. Il programma bioeconomico minimale

Tenendo conto della situazione attuale, l'Autore afferma che il modello esistente e il ritmo di sviluppo economico sono insostenibili dall'ambiente. L'attività umana ha portato all'esasperazione la degradazione entropica, e i meccanismi naturali della biosfera e

i grandi cicli geochimici del pianeta non sono più sufficienti a rallentare la crescita totale dell'entropia del nostro pianeta⁵⁹. Perciò anche l'ipotesi di uno stato stazionario si rivela, a lungo andare, un'utopia⁶⁰.

Georgescu-Roegen cerca allora di delineare i comportamenti essenziali per una «salutare politica di conservazione»⁶¹ e sviluppa il suo «programma bioeconomico minimale»⁶², costituito da otto punti che possono essere così riassunti:

- 1) innanzitutto, dovrebbe essere proibita la produzione di tutti i mezzi bellici. Ciò, oltre ad evitare stragi di massa, libererebbe forze immensamente produttive.
- 2) In secondo luogo, utilizzando anche le risorse rese disponibili dal disarmo, aiutare le Nazioni in via di sviluppo a raggiungere il più rapidamente possibile un tenore di vita dignitoso.
- 3) Si deve poi cercare di ridurre la popolazione della Terra, portandola ad un livello tale da poter soddisfare i suoi bisogni con la sola agricoltura organica, basata essenzialmente sull'energia solare. Oggi, invece, la Terra è “forzata” da un'agricoltura meccanizzata, da concimi chimici e da specie ad alto rendimento.
- 4) In attesa di controllare l'energia solare, o di un'altra o una serie di altre energie pulite, si deve evitare ogni forma di spreco d'energia (super illuminazione, super riscaldamento, super freddo, ecc.), ricorrendo se necessario ad una rigida regolamentazione.
- 5) Lo stesso si dovrebbe fare per la materia, scoraggiando la produzione di mezzi stravaganti come l'automobilina per il golf, o le auto che sono così grandi da non entrare in garage.
- 6) Ci si deve poi liberare dalla moda. L'Autore cita l'abate Ferdinando Galiani, definendola “malattia della mente”⁶³.
- 7) I produttori dovrebbero, invece, concentrarsi sulla progettazione e sulla realizzazione di beni destinati a durare nel tempo, riparabili in modo semplice ed economico, e il più possibile riciclabili una volta esaurita la loro funzione.
- 8) Infine, ma non da sottovalutare, l'uomo dovrebbe riappropriarsi del suo tempo, riqualificarlo socialmente diminuendo la pressione esercitata dal sistema economico.

L'Autore si rende conto che la decrescita è un obiettivo quasi utopico per le resistenze degli operatori economici, delle classi politiche e della maggior parte dei consumatori, inoltre, una politica di decrescita «non è un compito per una sola nazione, neppure per diverse nazioni. Essa necessita della stretta collaborazione di tutte le nazioni. Sfortunatamente una tale collaborazione urta contro ostacoli insormontabili, i quali appartengono tutti alla natura umana»⁶⁴.

Georgescu-Roegen era, quindi, perplesso sulla possibilità di avviare una politica globale di conservazione, purtroppo i disaccordi sulla riduzione dei gas serra e sugli accordi del commercio internazionale sembrano confermano questi timori.

A rendere poi «l'orizzonte più oscuro, più sinistro», a detta dell'Autore, sono le enunciazioni di una certa corrente scientifica, la quale sostiene che i comportamenti di base dell'uomo sono interamente determinati dalla costituzione genetica, dove geni atavici molto resistenti fanno dell'uomo un essere fondamentalmente aggressivo ed egoista⁶⁵. Con tristezza dobbiamo riconoscere che le tensioni internazionali, i molti conflitti, spesso dimenticati, sparsi nel mondo, e le violazioni dei diritti umani da parte di tanti governi, non fanno che dare adito a questa visione.

È significativo questo passo scritto da Georgescu-Roegen riflettendo sul suo programma minimo: «Esaminato su carta, in astratto, queste esortazioni sembrerebbero, nel loro insieme, ragionevoli a chiunque fosse disposto a esaminare la logica su cui poggiano. Ma da quando ho cominciato a interessarmi della natura entropica del processo economico, non riesco a liberarmi di un'idea: è disposto il genere umano a prendere in considerazione un programma che implichi una limitazione della sua assuefazione alle comodità esosomatiche?»⁶⁶.

La risposta che l'Autore si dà è che «Forse il destino dell'uomo è avere una vita affannosa, eccitante e stravagante, piuttosto che un'esistenza lunga, vegetativa e monotona»⁶⁷.

Il Nostro afferma che l'uomo deve rendersi conto che ogni "aggeggio stravagante" in più, ogni "garage per due auto o auto che occupa due garage", rappresentano aratri e terra arabile in meno per una qualche generazione futura, in definitiva meno cibo per l'umanità futura.

Secondo Georgescu-Roegen, l'umanità ha bisogno di una nuova etica: il comandamento cristiano «ama il prossimo tuo come te stesso» in quest'epoca dovrebbe essere inteso come «ama la tua specie come te stesso»⁶⁸.

L'Autore giunge a una visione della realtà in cui è di primaria importanza la salvaguardia delle condizioni vitali di lungo periodo della specie umana. L'economia non dovrebbe più essere tesa alla massimizzazione della produzione e del profitto, ma alla diminuzione della produzione e alla ripartizione del profitto. Punto fondamentale, imprescindibile, perché questo mutamento di comportamento avvenga, è che vi sia una conoscenza diffusa dei problemi, e quindi una consapevolezza comune della doverosità dei cambiamenti necessari al fine di ottenere uno sviluppo durevole a misura d'uomo. Tale consapevolezza deve nascere da un'informazione di massa, e da un'educazione scolastica che producano una nuova scala di valori sociali condivisi.

Purtroppo, la sensazione è che l'uomo, anche comprendendo ciò che deve fare per la sua salvezza ecologica, sia frenato dalla sua natura aggressiva ed egoista. Forse il trovarsi di fronte a problemi planetari d'inquinamento, povertà, guerre, interconnessi tra loro, schiacciati dalle logiche opportunistiche di una finanza e di un'economia votata al solo far soldi, può generare un senso d'impotenza e di frustrazione. Georgescu-Roegen affermò che «certamente vi è una crisi energetica, ma ciò che sembra veramente in crisi è la saggezza umana»⁶⁹.

L'opera di questo Autore appare perciò estremamente attuale, e meriterebbe di essere conosciuta e divulgata, al fine di costituire un momento di riflessione sul futuro dell'umanità e di questo pianeta.

L'insoddisfazione diffusa che attualmente colpisce le società industrializzate e i paesi da decenni "in via di sviluppo" potrebbe divenire una spinta al cambiamento. Abbandonato il concetto di "benessere" nell'accezione attuale, si potrebbe far leva sulla ricerca della felicità. Questa ricerca non può che passare per un nuovo equilibrio tra elementi monetari e materiali ed elementi immateriali. Elementi, come si vedrà nel prossimo capitolo, che compongono il godimento della vita nella definizione e nell'analisi di Georgescu-Roegen.

NOTE

¹ Scrive Zamagni: «Lo sfruttamento sregolato e non razionale dei giacimenti petroliferi – risorsa principale dell'economia rumena – lo induce a prendere atto della mutua influenza tra processo economico e ambiente naturale, un'influenza che l'economia standard non è attrezzata a trattare in maniera adeguata». S. Zamagni, *Introduzione* a N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 11.

² N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 79.

³ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici* in *Energia e miti economici*, p. 24.

⁴ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, "Note economiche" (Monti dei Paschi di Siena), 1974, n. 2, pp. 5-18; ristampato in N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. Bonaiuti), Torino 2003, pp. 65-78, data la più facile reperibilità verrà fatto riferimento a questa seconda edizione, così da favorire un'eventuale lettura ed approfondimento.

⁵ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, in Id., *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, p. 70.

⁶ *Ivi*, p. 69.

⁷ *Ivi*, p. 70.

⁸ *Ivi*, pp. 69-70.

⁹ *Ivi*, p. 70.

¹⁰ *Ivi*, p. 71. L'opera di Marshall a cui l'Autore si riferisce è A. Marshall, *Mechanical and Biological Analogies in Economics*, "Economic Journal", VIII, marzo 1898; cfr. anche Id., *Principles of Economics: An Introductory Volume*, Macmillan, London 1920, 8^a ed., p. XVI.

¹¹ Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 72.

¹² Schumpeter afferma che il motivo per cui Marshall preferisce l'analogia biologica a quella meccanica è la volontà d'introdurre nell'economia l'elemento di sviluppo. L'equilibrio meccanico, infatti, descrive «uno stato di quiete e non offre alcuna analogia che possa servire per l'introduzione del progresso», J.A. Schumpeter, *L'essenza e i principi dell'economia teorica*, a cura di Giuseppe Calzoni, Laterza, Roma e Bari 1982, p. 431.

L'Autore continua affermando che «ci pare meglio riconoscere che esiste un'essenziale distinzione fra statica e dinamica ed ammettere che il sistema dell'economia pura, al punto in cui oggi è la sua elaborazione, è essenzialmente incompatibile con i problemi dello sviluppo». Il Nostro è però scettico sugli apporti che la biologia può dare, e conclude dicendo che dal punto di vista gnoseologico, ovvero della conoscenza, l'economia «non può avere alcun contatto con la biologia e non può ricevere stimoli da essa, né, a sua volta, darne», *Idem.*, p. 432.

¹³ *Ibidem.*

¹⁴ *Ivi*, p. 73. Georgescu-Roegen si riferisce all'opera J.A. Schumpeter, *Teoria dello sviluppo economico*, Sansoni, Firenze 1971, pp. 17-182.

¹⁵ Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 73.

¹⁶ Con “organi esterni” l'Autore si riferisce a tutti gli strumenti che l'uomo utilizza: dalla semplice zappa all'aeroplano, e così via. Il Nostro precisa che le definizioni di organi *endosomatici* ed *esosomatici* sono di Alfred Lotka. N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 119. Sull'evoluzione esosomatica cfr. *Id.*, *L'economia politica come estensione della biologia*, pp. 74-75 e *Id.*, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, pp. 59-60. Si veda A.J. Lotka, *Elements of Physical Biology*, Williams & Wilkins, Baltimora 1924, ristampato in *Id.*, *Elements of Mathematical Biology*, Dover, New York 1956.

¹⁷ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, pp. 74-75.

¹⁸ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 153.

¹⁹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. Molesti, F. Angeli, Milano 2003, p. 112. Si veda anche *Id.*, *Energia e miti economici*, pp. 131-133.

²⁰ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 112.

²¹ *Ivi*, p. 113.

²² N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 59.

²³ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 75.

²⁴ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 120.

²⁵ *Ivi*, p. 121. Interessante notare l'assonanza di tale visione delle proto-comunità dell'Autore con l'analisi storica che Platone fa ne *Le leggi*, in cui l'aumento della ricchezza porta al conflitto sociale. Senza dubbio, Georgescu-Roegen non solo aveva grande conoscenza delle scienze matematiche e fisiche, ma della filosofia, a conferma si vedano, per esempio, i numerosi richiami ai filosofi greci nel saggio *Prospettive e orientamenti in economia*.

²⁶ *Ibidem*.

²⁷ *Ivi*, pp. 121-122.

²⁸ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 75.

²⁹ *Ivi*, p. 76. Cfr. anche Id., *Energia e miti economici*, p. 59.

³⁰ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 76.

³¹ *Ivi*, p. 77.

³² J. Lovelock e L. Margulis, *Biological Modulation of the Earth's Atmosphere*, "Icarus", vol. 21, 1974, pp. 471-489.

³³ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 97.

³⁴ N. Georgescu-Roegen, *L'economia politica come estensione della biologia*, p. 78.

³⁵ *Ibidem*.

³⁶ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 59.

³⁷ *Ivi*, p. 58.

³⁸ *Ivi*, p. 59. Sul termine "bioeconomia" l'Autore afferma in nota: «La prima volta che ho visto usare questo termine è stato in una lettera di Jiří Zeman», p. 80, nota 51.

³⁹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 59.

⁴⁰ *Ivi*, pp. 59-60.

⁴¹ *Ivi*, p. 60.

⁴² *Ivi*, p. 63.

⁴³ *Ibidem*.

⁴⁴ *Ivi*, pp. 64-65.

⁴⁵ *Ivi*, pp. 71-72.

⁴⁶ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 115.

⁴⁷ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 61. Si veda anche Id., *La legge di entropia e il problema economico*, in Id., *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 277.

⁴⁸ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, p. 277.

⁴⁹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, pp. 64-67.

⁵⁰ L'«agricoltura organica, cioè un'agricoltura basata essenzialmente sull'energia solare. Oggi la terra è “forzata” da un'agricoltura meccanizzata, dai concimi chimici e da specie ad alto rendimento [...]. Ma tutte queste pratiche che sono abitualmente salutate come meraviglie della tecnologia rappresentano tuttavia dei movimenti contro l'economia delle risorse naturali. Esse hanno sostituito il trattore, per esempio, alla bestia da soma la quale costituisce ancora il miglior convertitore dell'energia solare in lavoro meccanico», Id., *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 118, nota 21. Cfr. Id., *La legge di entropia e il problema economico*, pp. 276-277.

⁵¹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, pp. 64-67.

⁵² N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 118, nota 21.

⁵³ Purtroppo questi agenti chimici – oltre e ridurre la biodiversità, non solo degli insetti, ma anche delle specie che si nutrono di essi – non rappresentano una soluzione definitiva – a meno di non divenire dannosi anche per la salute umana – a causa dell'adattamento dei parassiti a dosi sempre più massicce.

⁵⁴ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, p. 15.

⁵⁵ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, pp. 113-114.

⁵⁶ Non basta che l'energia prodotta sia pulita. La tecnologia deve garantire una produzione d'energia maggiore a quella utilizzata per la realizzazione e il funzionamento del capitale fisico necessario alla sua produzione. Alcuni modelli di collettori solari non sono in grado di produrre una quantità d'energia pari o superiore a quella utilizzata per la loro realizzazione, determinando quindi uno spreco d'energia e di materia.

⁵⁷ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 114.

⁵⁸ *Ivi*, p. 115.

⁵⁹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 33.

⁶⁰ Lo stato stazionario, prendendo come riferimento gli attuali ritmi di produzione e consumo è comunque ben al disopra della resilienza dell'ambiente. Inoltre, anche se fosse attuato un riciclo completo di tutti gli elementi materiali che l'uomo utilizza nel processo economico, esiste in natura una naturale degradazione entropica della materia che impedisce di mantenere costante il fondo di bassa entropia utilizzabile dall'uomo.

⁶¹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*,

p. 115.

⁶² N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, pp. 74-75.

⁶³ F. Galiani, *Della moneta*, 1750. Afferma l'Autore: «Acquistare una macchina nuova ogni anno e arredare la casa ogni due è un crimine bioeconomico». N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 75.

⁶⁴ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 115.

⁶⁵ *Ibidem*. Su questa corrente di pensiero l'Autore, in nota, richiama Edward O. Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis*, H.U.P., Cambridge Massachusetts 1975; trad. it., Id., *Sociobiologia. La nuova sintesi*, Zanichelli, 1979. Cfr. anche Id., *On Human Nature*, H.U.P., Cambridge Massachusetts 1978, trad. it., Id., *Sulla natura umana*, Zanichelli, 1980. Mentre per una critica serrata, ma ponderata, a quest'impostazione, il Nostro richiama Mary Midgley, *Beast and Man: The Roots of Human Nature*, Cornell University Press, Ithaca, New York 1978.

⁶⁶ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 75. Qui la risposta che si dà è: « Forse il destino dell'uomo è quello di avere una vita breve, ma ardente, eccitante e stravagante, piuttosto che un'esistenza lunga, monotona e vegetativa». Ho preferito usare la versione che l'Autore formula nel saggio *Bioeconomia e degradazione della materia*, dove "ardente" lascia il posto al termine "affannosa", più aderente, dal mio punto di vista, all'ottavo punto del programma bioeconomico minimale e, come si vedrà nel prossimo capitolo, agli elementi che compongono il godimento della vita.

⁶⁷ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 115.

⁶⁸ N. Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica*, p. 15.

⁶⁹ N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia e degradazione della materia*, p. 115.

Georgescu-Roegen si fece anche promotore, assieme a Kenneth Arrow, Robert Heilbroner, Ernst Schumacher, David Pearce, Ignacy Sachs, Bertrand de Jouvenel e molti altri, del "Manifesto per un'economia umana" proposto dall'associazione internazionale "Dai Dong". Il Manifesto fu presentato alla riunione annuale del dicembre 1973 dell'American Economic Association, pubblicato poi in "American Economic Review", 64 n. 2, 1974, pp. 447, 449-450 e in H. Nash (a cura di) *Progress as if survival mattered*, Friends of the Earth, San Francisco 1977, pp. 182-183.

In Italia la traduzione è stata presentata nel corso della riunione annuale della Società Italiana degli Economisti, tenutasi a Roma nel novembre 1973, e firmata da Gianni Cannata, Pietro Dohrn, Giorgio Nebbia e alcuni altri. Fu pubblicata poi in G. Cannata (a cura di), *Saggi di economia dell'ambiente*, Giuffrè, Milano 1974, pp. 239-244; ristampata sulla rivista "Economia e Ambiente", Anno II, n. 1-2 1983, pp. 70-74 e in N. Nicholas Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, pp. 207-210.

CAPITOLO VI

IL «GODIMENTO DELLA VITA»

1. Dalla critica dell'utilità al godimento della vita

Nicholas Georgescu-Roegen, nella prima parte della sua carriera, ha contribuito alla nascita dell'econometria e di alcuni degli strumenti che l'economia standard usa ancora oggi¹. Tuttavia, dagli anni Cinquanta in poi i suoi studi lo portarono ad un'aspra critica dell'uso esclusivo che viene fatto di questi strumenti, lamentandone l'insufficienza per la corretta descrizione e interpretazione dei fenomeni socio-economici. Egli giungerà ad affermare che ai modelli matematici si devono accostare i concetti dialettici, perché la vita e la realtà economica sono cambiamento, novità ed evoluzione².

Georgescu-Roegen riuscì a dimostrare, con gli articoli *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*³ del 1950, e *Choice, Expectations and Measurability*⁴ del 1954, la fragilità dell'intera teoria economica neoclassica, basata su una teoria del comportamento del consumatore eccessivamente semplificatrice e fondata su assunti arbitrari.

La critica di Georgescu-Roegen riguarda il significato non definito del concetto di utilità, l'assunzione dell'utilità stessa, così come oggi viene intesa, a fondamento del valore economico, e l'eccessiva semplificazione dell'uomo in *homo oeconomicus*.

L'Autore giungerà a tre importanti conclusioni: il rigetto del postulato d'indifferenza tra la scelta di diverse combinazioni di beni, l'impossibilità di costruire un indice di ofelimità per ordinare le varie scelte, che comunque rimangono comparabili, e, di conseguenza, l'impossibilità di formulare una legge della domanda sulla teoria della scelta.

Per colmare il vuoto lasciato dalla dimostrazione dell'ineadeguatezza degli strumenti utilizzati dall'economia neoclassica, il

Nostro recupera un approccio alternativo, riallacciandosi ai lavori di Menger, e alle opere precedenti ai contributi di Jevons e Walras. L'Autore propone di ritornare a sviluppare l'approfondimento dell'analisi dei bisogni e dei desideri, sostituendo la misurazione dell'utilità, su scala cardinale o ordinale, con una gerarchia dei bisogni.

Studiando i bisogni dell'uomo si è costretti ad iniziare l'analisi dell'individuo, non dalla sua connotazione di consumatore, ma dal suo essere entità biologica.

Dalla fisica meccanica e dalla matematica lineare il Nostro si rivolge, perciò, alla termodinamica e alle scienze della vita. Basando sull'evoluzione biologica e sull'entropia la sua analisi del processo economico, egli arriverà a formulare quella che chiama "quarta legge della termodinamica", la quale, analogamente alla seconda legge che enuncia la degradazione irreversibile dell'energia, afferma come anche la materia sia soggetta ad una degradazione irrevocabile.

Da tali presupposti discenderà la teoria bioeconomica, punto di partenza, per adesione o contrapposizione, delle attuali impostazioni di economia ambientale riconducibili all'economia ecologica, la quale raggruppa i maggiori scienziati in materia.

L'Autore, pur concentrando l'analisi del processo economico sulla dimensione fisico-materiale, finisce con l'affermare che il fine ultimo del processo economico è un flusso immateriale che chiama «il godimento della vita»⁵, e proprio dal suo raggiungimento e soddisfacimento, egli ne è convinto, dipendono il processo economico e il valore di ciò che produce.

Secondo Riccardo Crivelli, il Nostro giunge a questa conclusione attraverso due percorsi, uno di critica al concetto di utilità, l'altro di analisi materiale del processo economico, «completamente diversi, ma complementari», aspetto questo molto importante e che «dev'essere sottolineato non meno del risultato raggiunto»⁶.

È interessante notare, come la degradazione entropica della materia e il concetto del godimento della vita si trovino per la prima volta nelle conclusioni del saggio *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View* del 1965⁷, e come il percorso di avvaloramento di queste tesi sia durato più di dieci

anni, a dimostrazione del rigoroso lavoro di ricerca e di analisi effettuato dall'Autore.

Anche John Gowdy e Susan Mesner sostengono che vi è un percorso ininterrotto nel pensiero di Georgescu-Roegen, che parte dai lavori di teoria pura degli anni Trenta, Quaranta e Cinquanta, passando per i suoi scritti sulle economie contadine del 1960, fino agli studi sull'entropia e la bioeconomia negli ultimi 25 anni della sua vita. Per Gowdy e Mesner il filo conduttore è l'attenzione e la preoccupazione per la "valutazione", che culmina proprio con l'analisi del conflitto tra valori individuali, sociali e ambientali che ritroviamo nella teoria bioeconomica⁸.

Tuttavia, nel leggere le pagine di Georgescu-Roegen, emerge un'altra tensione, un quesito profondo al quale egli voleva trovare risposta: qual è la regione d'essere del processo economico e dell'operosità umana? La risposta che egli trova è il «godimento della vita»⁹.

2. Evoluzione, entropia e valore economico

La consapevolezza dei limiti dell'approccio economico imperante ha condotto lo scienziato rumeno ad una profonda riflessione sull'epistemologia della scienza economica. Questo lo spinse ad allargare la base epistemologica dell'economia, affiancando all'analisi matematica i concetti dialettici e introducendo una visione evolutiva.

Un fenomeno in evoluzione è un fenomeno che cambia in modo irreversibile. Nella scienza occidentale è stata la termodinamica ad introdurre l'irreversibilità dei fenomeni. Con la seconda legge della termodinamica, chiamata legge di entropia, infatti, si accetta che esista una degradazione irrevocabile dell'energia, che l'Autore estende anche alla materia, introducendo la sua "quarta legge" della termodinamica.

Georgescu-Roegen richiama la visione evolucionistica in base alla quale – contrariamente agli altri esseri viventi che si sono evoluti modificando se stessi, in modo endogeno, dipendendo solo dai processi biologici alimentati dal sole – l'uomo si è sviluppato grazie ad organi esosomatici estranei al suo corpo. Questo ha de-

terminato due elementi fondamentali e irreversibili che contraddistinguono la nostra specie: l'irriducibile conflittualità sociale e l'assuefazione agli strumenti esosomatici¹⁰. L'uomo è finito così con il dipendere per la propria sopravvivenza dalle fonti di materia e di energia presenti nelle viscere della Terra – combustibili fossili e minerali – necessari per sostenere l'infrastruttura esosomatica sempre più complessa che ha creato.

Nasce così la teoria bioeconomica, che si prefigge lo studio del diverso uso delle risorse energetiche e materiali che l'uomo fa, sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo, rispetto alle altre specie biologiche, le quali basano la propria sopravvivenza quasi esclusivamente sull'energia solare¹¹.

In altre parole, l'uomo per svilupparsi ha attinto alla bassa entropia racchiusa nelle materie e nell'energia depositata sotto terra, e la bioeconomia deve studiare come usarla al fine di garantire la sopravvivenza alla specie per i secoli a venire.

La bassa entropia racchiusa in un bene o in un servizio, o impiegata per la loro produzione, si configura quindi come elemento fondamentale nella determinazione del suo valore economico. La seconda legge della termodinamica, per l'Autore, è la base scientifica del valore d'uso: la condizione necessaria, ma non sufficiente, perché una cosa sia utile, è che possieda bassa entropia. L'entropia, in questa visione, essendo alla base della scarsità, diviene il "substrato fisico" del valore economico. Ciò che l'uomo può usare per i propri scopi è caratterizzato da un basso stato entropico, ovvero da una struttura con un grado elevato di ordine.

In definitiva, «tutti i processi economici associati alla vita consumano bassa entropia»¹² e «la bassa entropia è una condizione *necessaria* perché una cosa ci sia utile»¹³.

Secondo Georgescu-Roegen, l'entropia si può applicare direttamente ai processi di produzione che utilizzano materia ed energia, e quindi al processo industriale. «La termodinamica è in fondo una fisica del valore economico [...] e la legge dell'entropia è la più economica di tutte le leggi naturali»¹⁴. In ultima analisi, il Nostro afferma che un bene non è valutabile perché vale qualcosa, ma al contrario vale qualcosa perché è utilizzabile.

Tuttavia, l'Autore lamenta come gli economisti non accettino

l'utilità fisica quale causa del valore economico. La termodinamica, invece, ci chiarisce che le cose utili sono dotate anche di un valore economico, da non confondere con il prezzo, perché sono scarse. Scarse non nel senso applicato alla terra, ma perché, innanzitutto, la bassa entropia nel nostro ambiente diminuisce in modo continuo ed inevitabile. Inoltre, ed è questo l'aspetto più rilevante nel processo economico, *«una data quantità di bassa entropia può esser utilizzata da noi una sola volta»*¹⁵.

3. Dalla materia all'immateriale godimento della vita

La prima conclusione, cui giunge l'Autore con la sua analisi fisica del processo economico, è che quest'ultimo è sottoposto alla legge di entropia, quindi alla degradazione irreversibile della materia e dell'energia, da forme utilizzabili dall'uomo a forme inutilizzabili.

La seconda conclusione è che anche il processo economico deve sottostare alla prima legge della termodinamica, ovvero al principio di conservazione dell'energia e della materia: nulla si crea e nulla si distrugge.

Sembra però che nessuno, afferma l'Autore, si sia posto l'imbarazzante domanda: ma allora il processo economico che assorbe costantemente materia ed energia cosa produce? Le uniche risposte di una qualche rilevanza che sono state date, sono che l'uomo può creare solo utilità, «osservazione che in realtà accresce l'imbarazzo. Com'è possibile che l'uomo produca qualcosa di materiale, se non può produrre né materia né energia?»¹⁶.

La risposta è che, dal punto di vista materiale, il processo economico non fa che assorbire continuamente energia e materia dotate di utilità dall'ambiente, ributtandole poi all'esterno dopo aver compiuto una modificazione qualitativa che ne ha degradato la possibilità di utilizzo futuro.

Afferma l'Autore: «Un economista non ortodosso – quale sono io stesso – direbbe che ciò che entra nel processo economico rappresenta risorse naturali dotate di valore, e ciò che ne è emesso scarti senza valore»¹⁷.

La sua affermazione è confermata «da quel particolare (e ca-

ratteristico) ramo della fisica noto come termodinamica. Dal punto di vista della termodinamica, la materia-energia entra nel processo economico in uno stato di bassa entropia, e ne esce in uno stato di alta entropia»¹⁸. «Questo è ciò che ci insegna la fisica pura. Tuttavia l'economia – diciamolo in modo esplicito – non è fisica pura, e nemmeno un'altra forma qualsiasi della fisica»¹⁹.

La legge di entropia, in questo caso, non ci viene in aiuto: se da sola non basta a definire il valore economico, tanto meno può indicarci la finalità del processo economico stesso. La costruzione di beni, con il conseguente depauperamento di bassa entropia nell'attività umana, deve pur essere finalizzata a qualcosa. Dal punto di vista materiale, infatti, il processo economico si limita a trasformare risorse dotate di valore in rifiuti²⁰.

L'Autore, perciò, si chiede: «Quale potrebbe essere allora la *raison d'être* di questo processo? La risposta è che il vero "output" del processo economico non è uno efflusso fisico di spreco, ma il *godimento della vita*»²¹.

Georgescu-Roegen risolve il paradosso rappresentato dall'output negativo entropico del processo economico, elevando il risultato da un livello puramente materiale ad una dimensione immateriale, sostenendo che lo scopo ultimo dell'attività umana è il *godimento della vita*²².

Il godimento della vita, essendo alla base della domanda, risulta essere complementare all'entropia nella determinazione del valore economico.

L'importanza data dall'Autore a questo assunto rende opportuno riportare per intero questo suo passo: «Senza riconoscere questo fatto, e senza introdurre nel nostro armamentario analitico il concetto di godimento della vita, noi non siamo nel mondo economico, e non possiamo scoprire la vera fonte del valore economico, che è il valore che la vita presenta per ogni organismo individuale. È chiaro così che, finché ci limitiamo a servirci di concetti puramente fisici, non possiamo arrivare a una descrizione completamente intelligibile del processo economico. Senza i concetti di *attività teleologica*, e di *godimento della vita* non siamo nel mondo economico. E nessuno di questi due concetti è esprimibile in termini di variabili fisiche»²³.

L'Autore troverà così una risposta alternativa ai problemi legati alla corretta definizione del valore economico e alla ricerca del fondamento dell'utilità e quindi dell'interpretazione del comportamento del consumatore.

Dunque, l'Autore sostiene che il vero prodotto del processo economico è un elemento intangibile, che egli chiama «l'ancora misterioso *flusso immateriale* del godimento della vita»²⁴.

A tale proposito egli precisa: «Posso sottolineare che il godimento della vita, benché causato da un flusso materiale, non è esso stesso un flusso. L'unico carattere che ha in comune con un flusso è che anche la sua dimensione contiene il fattore tempo. L'intensità del godimento della vita può così esser paragonata al tasso istantaneo di un flusso, ma il parallelismo si ferma qui. In mancanza di meglio, nel mio lavoro (*The Entropy Law and the Economic Process*) [...] ho suggerito di descrivere il godimento della vita con il termine "*flux*"»²⁵.

4. Gli elementi del godimento della vita

Per Georgescu-Roegen, il godimento della vita non è un asettico concetto di equilibrio biologico vitale di un soggetto, ma deriva sia dal benessere derivante da beni materiali, sia dal benessere derivante dalla realizzazione delle aspirazioni e degli interessi di un individuo, legandosi alla qualità del tempo lavorativo e del tempo libero che l'individuo spende. In questa definizione viene implicitamente compresa anche la qualità relazionale della vita, che un individuo ha la possibilità di sviluppare all'interno di una determinata società.

È interessante riportare l'espressione con la quale l'Autore mette in guardia sul rischio di rimanere intrappolati in un circolo vizioso nella rincorsa del benessere materiale-tecnologico come unica fonte di felicità: «dovremmo curarci per liberarci di quella che chiamo "la circumdrome del rasoio", che consiste nel radersi più in fretta per poi avere più tempo per lavorare a una macchina che rada ancora più in fretta, e così via, *ad infinitum*»²⁶.

Altrettanto significativo è l'avvertimento che Georgescu-Roegen ci lascia: «Dobbiamo renderci conto che un prerequisito

importante per una buona vita è una quantità considerevole di tempo libero trascorso in modo intelligente»²⁷.

In questa visione, il benessere di un individuo acquisisce un significato diverso e più profondo, perdendo la dimensione prettamente economico-materiale, se non quella esclusivamente monetaria che lo aveva portato a coincidere con il reddito. A formare il benessere, che riacquista un significato pieno, concorrono elementi che non possono essere ridotti ad una quantità, ovvero elementi sociali e relazionali che permettono solo una descrizione qualitativa. Questo obbliga il ricorso a quel allargamento epistemologico, sostenuto con forza da Georgescu-Roegen, che vede i concetti aritmomorfici-quantitativi affiancati dai concetti dialettici-qualitativi²⁸.

Per l'Autore il godimento è determinato da tre fattori: due influiscono positivamente, mentre uno lo diminuisce. Accrescono il godimento della vita il flusso dei beni di consumo e il godimento del tempo libero; lo diminuiscono, invece, le fatiche del lavoro²⁹.

Il primo fattore è il flusso materiale dei beni di consumo, senza il quale non si potrebbe neppure avere la vita umana³⁰. Inoltre, il godimento dei beni di consumo influisce in modo continuo, ininterrotto, in ogni momento della vita di un individuo: non solo quando si nutre o usa l'auto per spostarsi, ma anche quando lavora, dorme, si svaga o semplicemente indossa degli abiti.

Il secondo fattore considerato, quello caratterizzante questa impostazione, è il godimento del tempo libero. Innanzitutto, si qualifica il tempo libero come un «valore» in termini di reddito del tempo sottratto al lavoro. In secondo luogo, come il godimento della vita cresce all'aumentare del flusso dei beni consumati, lo stesso accade con l'aumentare del tempo libero. Infatti, la disponibilità di una quantità troppo bassa di tempo libero, per aumento del tempo lavorativo, può pregiudicare il godimento proveniente dal consumo dei beni, vanificando così in parte anche i possibili risultati positivi di un aumento delle ore lavorative.

In altre parole, si può affermare che il benessere aumenta all'aumentare congiunto e interdipendente del flusso di beni consumato, e del tempo libero a disposizione. Infatti, una gran quantità di beni a disposizione, ottenuta grazie ad una disponibilità monetaria derivante da un enorme o eccessivo impegno lavorati-

vo, e l'assenza di tempo libero per goderne, non fa aumentare il benessere in modo proporzionale al sacrificio sostenuto.

Così come il sacrificare le relazioni umane perché diminuisce il tempo libero a favore del tempo lavorativo, se da una parte fa aumentare le disponibilità monetarie, dall'altra diminuisce la qualità relazionale dell'individuo. Vengono meno, quindi, le occasioni di aumentare il proprio benessere condividendo l'uso dei beni di consumo: consumare cibo e bevande in compagnia, la visione comune di un film, una sera in palestra, e così via.

Va considerato, inoltre, che il peso del lavoro sul godimento della vita non è legato solo alla diminuzione del tempo libero, ma anche alla disutilità e alle fatiche, fisiche e mentali, legate ad una professione³¹.

Si arriva così al terzo fattore: *la fatica del lavoro*. In questo caso, viene preso in considerazione ciò che rende gravoso un lavoro, intellettuale o manuale, per esempio lo sforzo fisico, la monotonia, l'alienazione, le condizioni ambientali, gli orari, il clima relazionale, e così via. Il lavoro occupa nella maggior parte dei casi la metà e più delle ore di veglia di una persona e le ripercussioni psicologiche e fisiche influiscono nelle restanti ore libere.

Si deve però tener presente, che nel caso in cui l'attività svolta corrisponda alle aspirazioni dell'individuo, permettendogli di realizzarsi e sentirsi soddisfatto, la fatica diminuisce e potrebbe, teoricamente, azzerarsi non influenzando negativamente sul godimento della vita, o addirittura aumentandolo.

Il godimento della vita di un individuo, quindi, è influenzato dai beni di cui può disporre, dalla fatica del lavoro che sopporta per procurarseli e dal tempo libero che gli rimane. Un'affermazione all'apparenza banale, talmente banale che gran parte degli economisti non la prende in considerazione.

Ovviamente, questi elementi sono l'uno legato all'altro: l'attività lavorativa, oltre al tempo che richiede, condiziona in modo diretto le possibilità di godere del tempo restante e del consumo dei beni, attraverso il reddito che garantisce e l'influsso sullo stato psico-fisico dell'individuo. Così come il modo in cui il tempo libero viene usato può riflettersi sia sui consumi, sia sulla possibilità di cambiare impiego, attraverso, per esempio, dei corsi

di formazione. Tuttavia, se si vuole giungere ad una rappresentazione analitica, i tre fattori che incidono sul godimento giornaliero della vita devono essere separati preliminarmente³².

5. L'equazione generale del valore

Georgescu-Roegen, matematico d'eccellenza, era consapevole del fatto che la formulazione matematica di un concetto è uno strumento da cui l'economia non può separarsi, essendo un linguaggio universale con cui la ricerca scientifica si esprime e comunica in tutto il globo. L'Autore, perciò, arriva ad elaborare una formulazione dell'*enjoyment of life* attraverso quella che definisce l'*equazione generale del valore*³³.

D'altra parte, avverte che questa è una rappresentazione simbolica, ovvero i simboli matematici non vengono usati nel loro significato più rigoroso, ma piuttosto utilizzati come indicatori per riassumere gli elementi imponderabili che entrano, con valenza positiva o negativa, nell'entità che definisce godimento giornaliero della vita, e indica con e .

Posto che il godimento della vita e è accresciuto dal flusso dei beni di consumo e dal godimento del tempo libero, e diminuito, invece, dalle fatiche del lavoro, si può scrivere:

$$e = \begin{array}{l} \textit{Godimento} \\ \textit{da consumo} \end{array} + \begin{array}{l} \textit{Godimento} \\ \textit{da tempo libero} \end{array} - \begin{array}{l} \textit{Faticosità} \\ \textit{del lavoro} \end{array}$$

Volendo rappresentare matematicamente questi elementi, si deve tener presente che essi si manifestano in un determinato periodo temporale. Per cui, posto 1 come base di tempo ad indicare un giorno, si indicherà con l il tempo lavorativo e $1 - l$ il tempo libero. Si indica con i_1 il godimento proveniente dal consumo di beni e servizi percepito durante tutto il giorno, indipendentemente dall'attività svolta. Il godimento proveniente dal tempo libero è indicato con i_2 , il quale va rapportato al tempo in cui l'individuo non lavora. Infine, si indica con j l'influsso delle condizioni di lavoro – faticosità, monotonia, frustrazione, ecc. – sul godimento della vita, considerando solo le ore lavorative.

In questa formulazione semplificata, l'*enjoyment of life* può essere così scritto:

$$(1) \quad e = (i_1 \times l) + [i_2 + (1 - l)] - (j \times l)$$

Ragionando in termini aggregati di *enjoyment* per popolazione, il Nostro arriva a questa formulazione:

$$(2) \quad E^* = (H_0 \times I_1) + (H' \times I_2') + [H \times I_2 \times (1 - l)]$$

Dove:

E^* = godimento giornaliero della vita della popolazione totale;

H_0 = popolazione totale;

H = popolazione lavorativa;

H' = popolazione non lavorativa o “mantenuta” (bambini, vecchi o chi vive percependo una rendita) data da $H_0 - H$;

I_1 = intensità media giornaliera del godimento da consumo per H_0 ;

I_2 = intensità media giornaliera del godimento da tempo libero per H ;

I_2' = intensità media giornaliera del godimento da tempo libero per H' .

Per completare l'analisi, partendo dalla razione totale quotidiana di godimento della vita, e sottraendo la “disutilità” del lavoro, si ha il godimento da tempo libero:

$$(3) \quad E = E^* - (H \times J \times l)$$

Dove J = intensità media del disagio prodotto dal lavoro.

L'Autore afferma che si può scomporre il processo economico in due fasi, quella del processo di produzione P_1 e quella del processo di consumo P_2 .

Georgescu-Roegen richiama il modello Fondi-Flussi³⁴ da lui elaborato, per dimostrare che nel processo produttivo ci sono elementi di fondo e di flusso non sostituibili, ma bensì complementari. Questa complementarità, tra la natura e il capitale manufatto, rende palese la necessità delle risorse ambientali per il

processo economico e l'influsso che quest'ultimo ha sulla biosfera.

Grazie al modello Fondi-Flussi e ponendo:

C = beni

R = risorse naturali

W = rifiuti

il processo economico può essere schematicamente rappresentato come nella tabella seguente 6.1³⁵:

Processo economico			
	P1		P2
		Flussi	
<i>C</i>	$\Delta \times c$		$-\Delta \times c$
<i>R</i>	$-\Delta \times r$		*
<i>W</i>	$\Delta \times w_1$		w_2
		Fondi	
Terra	$\Delta \times L$		*
Capitale	$\Delta \times K$		*
Forza lavoro	$l \times H$		E^*

Tab. 6.1

Da qui si può scrivere

$$(4) \quad \text{Valore} (H_0 \times I_1) = \text{Val} (\Delta \times c)$$

ovvero:

$$= \text{Val} (\Delta \times r) + \text{Val} (\Delta \times L) + \text{Val} (\Delta \times K) + \text{Val} (l \times H)$$

L'Autore conclude la rappresentazione del rapporto tra processo di produzione e godimento della vita introducendo un'equazione

che mette in relazione il valore del lavoro con lo svantaggio, cioè il disagio ad esso legato:

$$(5) \quad \text{Valore } (l \times H) = \text{Valore } (H \times J \times l)$$

Partendo dall'equazione (3)

$$E = E^* - (H \times J \times l)$$

e sostituendo E^* in base all'equazione (1) si ottiene:

$$E = (H_0 \times I_1) + (H' \times I_2') + [H \times I_2 \times (1 - l)] - (H \times J \times l)$$

Sostituendo ora $(H_0 \times I_1)$ secondo l'equazione (4) si ha:

$$E = \text{Val } (\Delta \times r) + \text{Val } (\Delta \times L) + \text{Val } (\Delta \times K) + \text{Val } (l \times H) \\ + \text{Val } (H' \times I_2') + \text{Val } [H \times I_2 \times (1 - l)] - \text{Val } (H \times J \times l)$$

Data l'equazione (5) si sostituisce il fattore $\text{Val } (l \times H)$ e si ottiene:

$$E = \text{Val } (\Delta \times r) + \text{Val } (\Delta \times L) + \text{Val } (\Delta \times K) + \text{Val } (H \times J \times l) \\ + \text{Val } (H' \times I_2') + \text{Val } [H \times I_2 \times (1 - l)] - \text{Val } (H \times J \times l)$$

In questo modo, $\text{Val } (H \times J \times l)$ e $-\text{Val } (H \times J \times l)$ si annullano. L'equazione finale risulta essere quella che l'Autore propone di chiamare «equazione generale del valore»³⁶:

$$(G) \quad E = \text{Val}(\Delta \times r) + \text{Val}(\Delta \times L) + \text{Val}(\Delta \times K) + \text{Val}(H' \times I_2') + \text{Val}[H \times I_2 \times (1-l)]$$

Spiegando in termini di prezzo e di categorie di reddito, l'equazione generale del valore diventa³⁷:

$$(G1) \quad \textit{Income} = \textit{Royalties} + \textit{Rent} + \textit{Interest} + \textit{Leisure Income}$$

oppure:

$$(G2) \quad \textit{Income} = \textit{Net Product} + \textit{Leisure Income} - \textit{Wages}$$

6. L'equazione generale del valore e le principali teorie del valore

La formulazione più usata dell'equazione generale del valore elaborata da Georgescu-Roegen è:

$$\text{Reddito} = \text{Diritti di sfruttamento} + \text{Rendite} + \text{Interesse} + \text{Reddito da tempo libero}$$

Secondo l'Autore, questa equazione rappresenta una formulazione generale, perché le varie formulazioni del valore da parte delle maggiori dottrine precedenti possono essere viste come casi particolari riconducibili ad essa³⁸.

L'Autore prosegue la sua analisi facendo un rapido raffronto con le altre teorie del valore.

Riferendosi al concetto di prodotto netto di Ricardo:

$$\text{Reddito} = \text{Diritti di sfruttamento} + \text{Rendite} + \text{Interesse} = \text{Prodotto Netto} + \text{Salari}$$

il Nostro nota come l'unica differenza con la formulazione di Ricardo sia la presenza del reddito da tempo libero³⁹.

Nella teoria di Marx, invece, il valore del prodotto viene a coincidere solamente con il valore del servizio del lavoro:

$$\text{Val} (\Delta \times c) = \text{Val} (l \times H)$$

Dunque, non c'è spazio per il tempo libero. Inoltre, né le risorse naturali e la terra, né il capitale sono fonti di valore:

$$\text{Val} (\Delta \times r) = 0 \quad \text{Val} (\Delta \times L) = 0 \quad \text{Val} (\Delta \times K) = 0$$

Di conseguenza, il valore del godimento della vita nella teoria marxista è nullo⁴⁰:

$$\text{Val } E = 0$$

L'Autore considera, infine, il concetto neoclassico di reddito come l'unico usato attualmente nella letteratura standard. La concezione neoclassica del reddito coincide semplicemente con il valore della produzione, pertanto l'equazione generale del valore assume la forma:

Reddito = Diritti di sfruttamento + Rendite + Interesse + Salari

Il Nostro nota come anche in questa formulazione, al pari di quella di Ricardo, non si tenga conto del tempo libero. Tuttavia, i neoclassici non deducono dal reddito il costo del salario. Questa formulazione riflette il punto di vista dell'uomo d'affari, nel quale il lavoro costituisce un fattore del reddito e non determina un corrispettivo costo nel godimento della vita del lavoratore⁴¹.

È importante sottolineare come l'importanza dell'assunzione del tempo libero come elemento di reddito, sia da considerarsi in stretta connessione con la gerarchia dei bisogni a cui Georgescu-Roegen giunge nella sua analisi critica della teoria dell'utilità e del comportamento del consumatore.

L'Autore propone di sostituire il concetto di utilità e le teorie che considerano il consumatore uno "strumento perfetto di scelta"⁴², finalizzato a massimizzare le disponibilità monetarie, con l'introduzione della gerarchia dei bisogni. Si deve, inoltre, ammettere l'impossibilità della misurazione in termini fisici del benessere di un individuo. Solo così si può giungere ad un'«eroica semplificazione»⁴³, che rappresenta l'unica strada per giungere a un sensato pseudo indice del livello di benessere di una comunità che non sia viziato dall'omissione di componenti importanti.

NOTE

¹ «Nel suo libro *Business Cycles* (Ciclo degli affari), Joseph Schumpeter, uno degli economisti più prestigiosi del nostro secolo, fa ricorso ai metodi statistici di Georgescu-Roegen, mentre, nella sua grande *History of Economic Analysis* (Storia dell'analisi economica), mette in evidenza uno dei fondamentali contributi dello scienziato rumeno alla teoria del consumo (*The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, La teoria pura del consumatore, 1936)». G.C. Dragàn, M.C. Demetrescu, *Entropia e bioeconomia*, p. 20.

² Come già ricordato Paul Anthony Samuelson dirà che il Nostro è un matematico così superlativo, da essere immune alle seduzioni della rappresentazione della realtà attraverso i modelli matematici, P.A. Samuelson, *Foreword* a N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 1966, p. IX.

³ N. Georgescu-Roegen, *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, "Quarterly Journal of Economics", LXIV 1950, pp. 125-138, ristampato in *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 171-183.

⁴ N. Georgescu-Roegen, *Choice, Expectations and Measurability*, "Quarterly Journal of Economics", LXVIII 1954, pp. 503-534, ristampato in *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 184-215.

⁵ Il primo riferimento al godimento della vita si trova in *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*, in C.R. Wharton jr (a cura di), *Subsistence Agriculture and Economic Development*, Atti del convegno "Subsistence and Peasant Agriculture" (Honolulu, marzo 1965), Aldine, Chicago 1969, pp. 61-93; ristampato poi in *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, New York 1976.

In seguito questo concetto è stato ripreso in: N. Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1966, pp. 97-98; (trad. it. Id., *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 118); Id., *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 282, (trad. it. Id., *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, p. 271); Id., *Energy and Economic Myths*, in *Energy and Economic Myths*, Oxford University Press, London 1976, p. 9, (trad. it. Id., *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, p. 32).

⁶ R. Crivelli, *Il godimento della vita nel pensiero economico di N. Georgescu-Roegen*, “Il pensiero economico moderno”, Anno IX, n. 4 1989, p. 95. Nello studio dell’*enjoyment of life* è particolarmente interessante l’analisi compiuta sull’argomento da R. Crivelli, perché fu seguito dallo stesso Georgescu-Roegen durante la sua permanenza di studi alla Vanderbilt University.

⁷ N. Georgescu-Roegen, *The Institutional Aspect of Peasant Communities: an Analytic View*, in C.R. Wharton jr (a cura di), *Subsistence Agriculture and Economic Development*, Atti del convegno “Subsistence and Peasant Agriculture” (Honolulu, marzo 1965), Aldine, Chicago 1969, pp. 61-93; ristampato poi in *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, New York 1976. Nella traduzione italiana *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, in *Energia e miti economici*, pp. 199-260.

⁸ Nell’*abstract* del lavoro di Gowdy e Mesner possiamo leggere: «there is an unbroken path running from Georgescu’s work in pure theory in the 1930s, 1940s, and 1950s, through his writings on peasant economies in the 1960s, leading to his preoccupation with entropy and bioeconomics in the last 25 years of his life. That common thread is his preoccupation with “valuation”. The choices our species makes about resource use and the distribution of economic output depends upon our valuation framework. Georgescu-Roegen’s work begins in the 1930s with a critical examination of the difficulties with the hedonistic valuation framework of neoclassical economics, moves in the 1960s to the conflict between social and hedonistic valuation, and culminates in the 1970s and 1980s with his examination of the conflict between individual, social, and environmental values. This paper traces the evolution of Georgescu-Roegen’s thought about valuation and the environmental and social policy recommendations which arise out of his bioeconomic framework.». J. Gowdy, S. Mesner, *The Evolution of Georgescu-Roegen’s Bioeconomics*, “Review of Social Economy”, Vol. LVI n. 2, Summer 1998, pp. 136-156.

⁹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 118.

¹⁰ Sull’evoluzione esosomatica dell’uomo, le sue conseguenze sull’uso delle risorse naturali, la società e l’economia, cfr. N. Georgescu-Roegen, *L’economia politica come estensione della biologia*, “Note economiche” (Monti dei Paschi di Siena), 1974, n. 2, pp. 5-18, ora ristampato in N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia - Verso un’altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. Bonaiu-

ti), Torino 2003, pp. 65-78; Id. *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, pp. 59-75.

¹¹ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, pp. 59-60.

¹² N. Georgescu-Roegen, *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, in *Energia e miti economici*, p. 252.

¹³ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 113.

¹⁴ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 31.

¹⁵ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 113.

¹⁶ N. Georgescu-Roegen, *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973, p. 266.

¹⁷ *Ivi*, p. 267.

¹⁸ *Ibidem*.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ L'individuare come fine del processo la produzione di strumenti esosomatici che permettono all'uomo di evolversi non sembra corretto, vista l'enorme produzione di strumenti stravaganti e inutili. L'evoluzione, d'altra parte, non può essere un fine ultimo convincente: raramente si produce qualcosa con il preciso intento di consentire all'uomo un "balzo evolutivo".

²¹ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 118. La presa di coscienza da parte dell'Autore dell'importanza dell'entropia per l'economia e del vero fine ultimo del processo produttivo avviene già all'inizio degli anni Sessanta, come testimoniano le conclusioni del saggio *Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica*, in *Energia e miti economici*, p. 252.

²² N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 284.

²³ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, p. 118. Per attività teleologica l'Autore intende un'attività finalizzata. La teleologia (dal greco *telos*, "fine" o "scopo"), nel senso proprio del termine, si preoccupa dell'esistenza di un principio organizzativo dietro le leggi e fenomeni naturali.

²⁴ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 32.

²⁵ N. Georgescu-Roegen, *Prospettive e orientamenti in economia*, nota 10 p. 118. L'Autore fa riferimento a Id., *The Entropy Law and the Eco-*

omic Process, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 284.

²⁶ N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, p. 75.

²⁷ *Ibidem*.

²⁸ Su questo punto si veda S. Zamberlan, *Nicholas Georgescu-Roegen: una nuova epistemologia per la scienza economica*, “Il pensiero economico moderno”, Anno XV, n. 3-4 2005.

²⁹ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971, p. 288.

³⁰ *Ivi*, p. 287.

³¹ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, p. 285.

³² *Ibidem*.

³³ *Ivi*, p. 287.

³⁴ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, pp. 285-290.

Afferma Zamagni: «L’analisi economica ha sviluppato tre diversi approcci allo studio della produzione:

1. l’approccio marginalistico fondato sulla nozione di funzione di produzione dovuto a Walras e Wicksteed [...];

2. l’approccio lineare basato sul modello di analisi delle attività dovuto a Koopmans [...];

3. l’approccio basato sul modello a fondi e flussi dovuto a Georgescu-Roegen.». S. Zamagni, *Economia Politica*, NIS La Nuova Italia Scientifica, Roma 1984, p. 156.

³⁵ *Ivi*, p. 286.

³⁶ *Ivi*, p. 287.

³⁷ *Ivi*, p. 288.

³⁸ *Ivi*, pp. 288-290.

³⁹ *Ivi*, p. 288.

⁴⁰ *Ivi*, pp. 288-289.

⁴¹ *Ivi*, p. 290.

⁴² L’Autore usa l’espressione «perfect choosing-instrument». N. Georgescu-Roegen, *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, in *Analytical Economics: Issues and Problems*, p. 240. Pubblicato precedentemente su “Econometrica”, Vol. 26, 1958, pp. 157-168.

⁴³ N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, p. 291.

CONCLUSIONI

ECONOMIA, AMBIENTE E FELICITÀ

1. Problemi ambientali e valori di riferimento

Ripercorrendo il pensiero di Nicholas Georgescu-Roegen, siamo partiti dalla segnalazione dei limiti insiti nella teoria neoclassica, attraverso l'analisi dell'utilità e del comportamento del consumatore, per giungere, infine, a renderci conto di come influisce il rapporto biologico che lega l'uomo all'ambiente nel raggiungimento del benessere.

Tuttavia, lo studio delle problematiche legate al rapporto tra sviluppo economico e ambiente avviene ancora principalmente attraverso un impianto teorico e metodologico, che si sviluppa all'interno della teoria neoclassica. Gli strumenti usati, infatti, per la correzione dei fallimenti di mercato sono dei correttivi, economici o normativi, basati su logiche di costi-benefici per lo più monetari e finanziari di breve periodo. Perciò, pur dovendo rimediare alle debolezze della teoria di libero mercato, la sua validità generale non viene messa in discussione, e tanto meno la sua presunta capacità di garantire l'allogazione più efficiente delle risorse e la distribuzione della ricchezza.

Purtroppo, con questo tipo di approccio il futuro vale meno del presente, perché sui costi e sui ricavi futuri grava un saggio di sconto. Quindi, risolvere problemi ambientali o di redistribuzione della ricchezza, palesando un indiscutibile beneficio futuro, è un sistema che, nel maggior numero dei casi, ha scarsi effetti.

Risultati maggiori si ottengono con vincoli o strumenti legislativi. Ma questi strumenti arrivano a seguito di una massiccia opera di pressione da parte di determinati gruppi, sensibili ai problemi che lo sviluppo ha portato con sé. Inoltre, vincoli e standard imposti per legge, da una parte prevedono un'opera di controllo non sempre attuabile in modo puntuale, mentre dall'altra risentono dei limiti derivanti dalla problematica individuazione degli

standard e dalle fonti inquinanti.

Ecco, allora, che studiando i problemi legati all'economia dell'ambiente, all'inquinamento atmosferico e delle acque, e alla responsabilità delle multinazionali all'estero, ci si ritrova a studiare i problemi relativi alla globalizzazione, al rapporto tra Nord e Sud del mondo, e all'evolversi delle società nei Paesi ricchi e nei Paesi poveri. Inquinamento, agitazioni sociali, tensioni internazionali, terrorismo: problemi diversi, ma legati fra loro.

La conclusione a cui si giunge, considerando le interconnessioni tra questi elementi, è che il fulcro su cui far leva per cambiare non sono i soldi, ma il sistema di valori. È solo da ciò che noi consideriamo importante, da come noi concepiamo il nostro essere parte dell'umanità e di questo pianeta, che può venire la forza per sostenere progetti importanti e necessari per iniziare un cambiamento effettivo, che possa portare ad uno sviluppo sostenibile e inclusivo.

2. Economia e benessere: il paradosso della felicità

È ormai palese, infatti, come la corsa frenetica al produrre di più, al consumare di più, abbia trasformato il significato di “benessere”, in quello di “benavere”. Questo ha portato alla nascita nelle società ricche di quello che viene definito “il paradosso della felicità”. In base a questo paradosso, nei Paesi industrializzati, al superare una certa soglia di ricchezza pro-capite, il benessere percepito non aumenta, anzi in alcuni casi si ingenera un sentimento d'insoddisfazione. Il cambiamento che si impone, non è teso a farci tornare poveri per diventare felici, ma a non sprecare per riscoprire come essere felici.

La felicità umana perciò è ritornata a essere uno degli argomenti più attuali, in cui parte della ricerca scientifica economica si sta addentrando oramai da alcuni anni. L'economia comincia a prendere atto che non si può più dare per scontato che con l'aumentare della quantità di ricchezza di un individuo – e quindi della sua possibilità di acquistare beni e servizi – anche il suo benessere e la sua felicità aumentino.

Adam Smith, nella *Teoria dei sentimenti morali*, rifletteva sul

rapporto complesso tra felicità e ricchezza, e sui fattori che muovono l'economia, descrivendo come un "inganno" (*deception*) il motore segreto dello sviluppo economico. Quest'inganno è l'idea che il ricco è più felice, perché possiede maggiori mezzi per raggiungere la felicità. Così, i figli di persone povere lottano e si sforzano per raggiungere posizioni più elevate, dimenticando che la capacità di godere ha dei limiti fisiologici, e che, in fondo, l'uomo ricco non può consumare che poco più dell'uomo povero.

Se pur legata al periodo storico e ai limiti biologici di percezione, tale affermazione può ancora farci riflettere. Oggigiorno, l'uomo ha a disposizione una quantità di beni e di servizi, di cui può usufruire, quasi infinita, e tale capacità si lega alle disponibilità monetarie. Non dobbiamo però confondere quest'enorme possibilità di consumo con il suo effettivo contributo nel raggiungimento della felicità, che è, invece, legato all'importanza dei bisogni che si vanno a soddisfare.

Smith, nella *Ricchezza delle nazioni*, ha proposto la separazione tra aspetti morali e aspetti economici delle azioni umane, non tanto a scapito dei primi, ma piuttosto a vantaggio dei secondi. Il suo intento non era di eliminare l'etica quale vincolo inutile, ma bensì dare dignità propria all'agire economico. Quasi un secolo dopo, un altro grande economista ha compiuto un'opera di delimitazione e valorizzazione dell'economia: John Maynard Keynes. Per lo studioso britannico, l'economia non si occupa della civiltà, perché la civiltà è qualcosa che va al di là dell'economia, con quest'ultima che si deve occupare delle condizioni che rendono possibile la civiltà.

Di conseguenza, si può dedurre che l'economia non si occupa della felicità, ma di realizzare le condizioni idonee affinché una società e gli individui possano essere felici. Condizioni che, se in un primo stadio sono strettamente legate alla disponibilità di beni di prima necessità e alla quantità di risorse monetarie, in una fase più evoluta dipendono dalla qualità delle condizioni di lavoro, dalla qualità delle relazioni sociali e dalla qualità dell'ambiente naturale. Purtroppo, anche gli appartenenti alle società opulente e industrializzate hanno cominciato a soffrire degli effetti di uno sviluppo basato sulle quantità e sulla disuguaglianza, dove è importante crescere, senza pensare a come si cresce.

3. L'inadeguatezza del Pil nel misurare il benessere

L'americano Richard Easterlin, che è stato con le sue indagini statistiche un pioniere di queste ricerche – il “paradosso della felicità” viene anche chiamato “paradosso di Esterlin” –, afferma che la felicità è costante anche se il Pil aumenta. In base ai dati raccolti, sostiene che il denaro produce un'illusione: quella di poter essere più felici al suo aumentare. In verità, non appena un individuo ha più denaro a disposizione, la sua percezione di ciò che serve per vivere bene, aumenta più o meno nella stessa misura.

Non basta più il Pil, dunque, ad indicare il benessere di un Paese. Anzi, oltre una soglia di ragionevole benessere, la ricchezza sembra avere un effetto negativo. Si deve perciò tenere conto di parametri alternativi, come ad esempio le relazioni interpersonali, i valori legati a famiglia, la qualità dei servizi offerti dallo Stato, la sanità, l'istruzione, la sicurezza e la fiducia nelle istituzioni.

Oggi questa posizione è largamente condivisa, ma le spiegazioni sono molteplici. Tra le varie motivazioni avanzate ne possiamo individuare due particolarmente importanti.

Una delle spiegazioni indica come causa le esternalità negative della crescita economica sul capitale sociale. Il capitale sociale può essere inteso come quell'insieme di relazioni di un individuo o di un gruppo, che permette l'instaurarsi di condizioni di vita migliori, di raggiungere più facilmente gli obiettivi che ci prefiggiamo, o di permettere una mobilitazione collettiva più efficiente.

Il capitale sociale, dunque, insieme al reddito determina il benessere. Purtroppo, nel corso degli ultimi decenni vi è stato un deterioramento del capitale sociale dovuto a diversi fattori. Tra queste le esternalità negative dell'attività produttiva e dei meccanismi di mercato, le quali hanno portato alla sostituzione del capitale sociale con beni di mercato, sia da parte dei consumatori, e sia da parte delle imprese. Questo ha, a sua volta, innescato un circolo vizioso sull'offerta di lavoro, la cui dinamica diventa pertanto endogena.

Un altro tipo di risposta al paradosso della felicità, non contrapposta ma complementare a quella appena descritta, considera i rapporti interpersonali stretti quali determinanti, insieme al reddito, del benessere. L'ipotesi di fondo è un eccesso di aspirazioni

verso le relazioni personali, in particolare quelle familiari e affettive. Le alte aspettative nutrite da individui in giovane età, soprattutto i bambini, una volta disattese possono portare nel corso della vita a lenire la delusione con dei beni di mercato. Molte volte sono i genitori che usano tali beni come surrogati per il mancato tempo che dedicano ai figli. Si sostituisce la qualità relazionale con la qualità e la quantità materiale.

L'incapacità di prevenire questo meccanismo attraverso l'apprendimento, posto in essere non solo dall'individuo stesso, ma anche dal nucleo familiare e dalla società in generale, costituisce quello che viene definito un "fallimento della razionalità".

Gli individui sono ben diversi dall'*homo oeconomicus*: nell'affrontare le scelte si trovano a ricorrere a due sistemi, uno analitico e l'altro emozionale, i quali hanno importanza e criteri di valutazioni diversi. Inoltre, non viene considerato il sentimento di altruismo, spesso motore di molti fenomeni e scelte importanti nella vita di un singolo individuo o di una collettività. Questa causa può spiegare contemporaneamente l'aumento della produzione dei beni materiali, l'aumento dell'input di lavoro e la contestuale riduzione del benessere.

Amartya Sen, premio Nobel per l'economia nel 1998 e uno dei padri dell'economia comportamentale, ha contestato alla teoria economia predominante l'assunzione del comportamento umano mosso solo dall'interesse personale. In questo modo, si andrebbe ad identificare la razionalità con la coerenza delle scelte dell'individuo alla massimizzazione dell'interesse personale. Sen afferma che non vi è prova alcuna che il criterio di massimizzazione fornisca il parametro ottimale per ottenere l'approssimazione migliore del comportamento umano.

È sempre più diffusa la consapevolezza che la natura del comportamento dell'individuo-consumatore, che si cerca di rappresentare con gli attuali strumenti di analisi matematica, è più complessa e imprevedibile di quel che si vuole ammettere. Si comincia ad accettare l'idea che l'uomo non sia spinto solo dall'utilità propria, e che i soldi non permettono un aumento automatico del benessere.

La convenzione per cui il reddito pro-capite e il Pil, vengono oggi utilizzati quali unità di misura contemporaneamente

dello stato dell'economia e del benessere della società, è oramai da più parti criticata. È diffusa, infatti, la consapevolezza di come questi strumenti siano diventati inutilizzabili, non solo come indicatori di benessere, ma anche come indicatori economici, in quanto non considerano il capitale naturale usato.

4. Ricchezza materiale e ricchezza relazionale

L'economista americano Robert Frank ha proposto un esperimento mentale che può chiarire quest'affermazione. Supponendo che esistano due società ricche, *A* e *B*, identiche, eccetto per il fatto che gli abitanti di *A* risiedono in case di 2.000 metri quadri, mentre quelli di *B* in case di 1.000 metri quadri. L'esempio vale anche considerando altri beni, come automobili o locali di lusso. Le considerazioni che si possono trarre sono due.

Prima considerazione: se i membri delle due società *A* e *B* non sono a contatto fra loro, non vi sono sentimenti d'invidia o di competizione, e gli indicatori soggettivi non rilevano differenze significative nel livello di benessere soggettivo. In questo caso la grandezza della casa, a partire da una certa misura che garantisce la soddisfazione dei bisogni abitativi, non conta più per accrescere la felicità di un individuo. Seconda considerazione: gli indicatori soggettivi di benessere possono variare, invece, data la possibilità di usi alternativi delle risorse tempo e denaro, che la società *A* impiega nella costruzione e nel mantenimento delle enormi case da 2.000 metri quadrati. Le risorse materiali potrebbero essere spese per creare una rete di trasporti collettivi che riduce il tempo di spostamento al posto di lavoro.

Anche il tempo speso nel lavoro per raggiungere un reddito elevato, che permetta d'acquistare case più grandi, potrebbe essere usato in modo diverso: passando più tempo in famiglia o coltivando le proprie relazioni d'amicizia, aumentando la propria cultura leggendo, visitando mostre d'arte o assistendo a concerti, o ancora, migliorando la propria forma fisica e la propria salute dedicandosi con regolarità allo sport, al fitness o al ballo.

È più che plausibile che un siffatto uso alternativo delle risorse nella società *B* determini un aumento consistente del benessere

soggettivo della maggioranza degli individui. Gli individui della società *B* lavorando meno, si potranno incontrare più spesso e si dedicheranno a molteplici attività; in questo modo saranno più felici degli individui *A*, i quali passano, invece, gran parte del loro tempo a lavorare per guadagnare di più, tornando così stanchi in case enormi.

Sia ben chiaro, che gli economisti che studiano l'*happiness* non sostengono che l'individuo povero sia più felice dell'individuo ricco, così come non negano la correlazione tra ricchezza e benessere; tuttavia, affermano che il rapporto è variabile. L'andamento di tale rapporto rappresenta, in ultima analisi, l'andamento dell'utilità marginale della ricchezza stessa, che si può descrivere con una classica curva logistica: inizialmente ogni dose di ricchezza in più fa aumentare il benessere, poi però, oltre un certo limite, il rapporto diventa negativo e ogni dose in più di reddito fa diminuire la felicità. In altre parole, il concetto di utilità marginale si applica anche alla ricchezza.

Un esempio: maggior Pil permette un maggior livello d'istruzione o un miglior sistema sanitario. Ma spesso, nei Paesi industrializzati la ricerca di un maggior reddito porta ad un superlavoro che determina stress, diminuzione dei contatti sociali e impoverimento delle relazioni familiari. L'acquisto di beni non aumenta di per sé il benessere soggettivo, non solo perché spesso s'innescano veloci processi di assuefazione o la nascita di nuove aspirazioni, ma anche perché lo sforzo per avere le risorse monetarie per acquisirli va a discapito di altri "beni", i quali si possono definire "beni relazionali". Si pensi, invece, all'aumento di benessere legato alla condivisione di tempo di qualità, di servizi o di beni con altre persone.

L'israeliano Daniel Kahneman, anch'egli premio Nobel per l'economia nel 2002, psicologo di formazione, è un pioniere, insieme a Sen, nello studio dell'irrazionalità delle scelte nella vita economica. Kahneman sta cercando di determinare qual è la soglia di ricchezza utile. Senza ombra di dubbio, la ricchezza che serve a soddisfare i bisogni primari e a condurre una vita dignitosa contribuisce al benessere. Tuttavia, dopo questo punto l'analisi si fa complessa, perché la relazione tra aumento della ricchezza e aumento della felicità dipende dalla società in cui un individuo è

cresciuto, dalla cultura che ha acquisito e dalla rete di rapporti interpersonali del soggetto.

Kahneman propone di basare la valutazione delle politiche economiche, non solo sulla ricchezza prodotta, ma su misuratori legati alla qualità della vita e alla soddisfazione degli individui rispetto alla collettività. Bisogna, infatti, distinguere la felicità basata sull'umore, il temperamento e lo stato d'animo, dalla "life satisfaction", che è una valutazione più oggettiva della qualità della vita, e che si basa sui servizi, sull'istruzione, sui beni pubblici, sulla sanità, e così via. Ovviamente, i due fattori sono legati, ma possono avere dinamiche diverse. Ecco che, dalle analisi effettuate, in Italia è alta la felicità soggettiva, ma bassa la *life satisfaction*, intesa come qualità della vita. In altre parole, gli italiani sarebbero allegri, con un temperamento gioioso, ma non soddisfatti.

5. Dal benessere al godimento della vita: la validità dell'opera di Nicholas Georgescu-Roegen

Da quanto esaminato, appare in tutta la sua attualità il pensiero di Nicholas Georgescu-Roegen, non solo, come riportato nell'introduzione, per l'aver prodotto una serie di studi e una teoria che lega la scienza economica al più vasto cambiamento di paradigma intercorso nel XX secolo, ma anche perché ha saputo, nel corso della sua lunga carriera, mettere in luce tutti i limiti, e i pericoli, dello sviluppo economico e dell'evoluzione sociale che ne è conseguita.

Nicholas Georgescu-Roegen ha saputo dimostrare scientificamente che l'uomo e la realtà economica e sociale vanno ben oltre ciò che può essere rappresentato con un'equazione lineare di massimizzazione. Ha dimostrato che l'uso della bassa entropia racchiusa nei minerali e nelle fonti energetiche, come elemento di sopravvivenza e di futuro sviluppo, dovrebbe essere uno dei fattori determinanti del valore economico dei beni e dei servizi. Ma soprattutto, il Nostro ha dimostrato come il fine ultimo del comportamento del consumatore non è l'utilità, ma il "godimento della vita". Ed in questo godimento della vita ricade tutto ciò che dà qualità alla vita umana: non solo l'aspetto materiale e monetario,

ma anche le condizioni di lavoro e il modo in cui viene speso il proprio tempo libero tra relazioni interpersonali e attività culturali, ludiche, sportive, e così via.

Quest'ultimo capitolo ha analizzato alcuni aspetti della società industrializzate. Ovviamente, non si vuole dimenticare l'intollerabile disuguaglianza tra i Paesi ricchi e quelli del Terzo e del Quarto Mondo, dove prima di parlare di felicità si deve parlare di dignità e di soddisfacimento ai bisogni primari. Situazione già denunciata da Georgescu-Roegen, il quale inserì il riequilibrio dei consumi, per permettere il raggiungimento di un tenore di vita dignitoso per i Paesi poveri, tra i primi punti del suo programma bioeconomico minimale. La globalizzazione, infatti, ha portato ad un'accelerazione nel divario tra ricchi e poveri, e questo non solo tra Nord e Sud del mondo, ma anche all'interno dei Paesi ricchi, dove è sempre più drammatico il problema della povertà, alimentato sia dall'immigrazione non regolata e quindi senza integrazione, sia dal progressivo impoverimento delle fasce più basse di reddito e dall'assottigliamento della classe media.

Inquinamento globale, iniquità, guerre e povertà: aspetti diversi di uno sviluppo umano sbilanciato e incosciente. Come già scritto, il benessere e il sapere per pochi, di fronte alla sofferenza di molti e alla distruzione dell'ambiente, non rappresenta un'evoluzione dell'umanità, ma solo vile arroganza e vana gloria.

Decrescita produttiva quantitativa, rispetto dell'ambiente, ridistribuzione internazionale della ricchezza, centralità dell'uomo nel processo economico e sociale: ecco alcuni punti cardine del pensiero di Georgescu-Roegen per assicurare alla specie umana un futuro lungo e prospero.

La speranza è che queste proposte, che oggi nascono spontaneamente non solo da scienziati e studiosi, ma anche da vaste fasce della popolazione, raccolgano sempre più consensi e possano spingere verso un ripensamento dell'attuale modello di crescita e di sfruttamento delle risorse umane e naturali. Forse così si potrà giungere ad un modello di sviluppo diffuso e duraturo, e a un'integrazione tra le varie popolazioni e tra l'umanità e l'ambiente. Per farlo sarà necessario però non ricercare egoisticamente il potere e il profitto per pochi, ma impegnarsi per dare il godimento della vita a tutta la nostra specie.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BRUNI L., *L'economia e i paradossi delle felicità*, in P.L. Sacco, S. Zamagni (a cura di), *Complessità relazionale e comportamento economico*, Il Mulino, Bologna 2002.

BRUNI L., P.L. PORTA (a cura di), *Economics and Happiness*, Oxford University Press, Dicembre 2005.

BRUNI L., P.L. PORTA, *Felicità ed economia*, Guerini, Milano 2004.

EASTERLIN, R.A., *Does Economic Growth Improve the Human Lot?* in *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*, P.A. DAVID, M.W. REDER (a cura di), Academic Press. Inc., New York 1974, pp. 89-125.

FRANK R., *Choosing the Right Pond*, Oxford University Press, New York 1985.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982.

KAHNEMAN, D., "Some Attempts to Measure the Affective Component of Well-being", *Relazione al Convegno di Milano*, 21 marzo 2003.

KEYNES J.M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*, 1936; trad. it. *Teoria generale dell'occupazione, dell'interesse e della moneta e altri scritti*, UTET, Torino 1978.

SACCO P., S. ZAMAGNI, (a cura di), *Complessità relazionale e comportamento economico, materiali per un nuovo paradigma di razionalità*, Il Mulino, Bologna 2002.

SACCO P. L., L. ZARRI, *Dilemmi dell'azione collettiva e norme di ragionevolezza sociale*, "Ars Interpretandi. Annuario di Ermeneutica Giuridica", N. 7, 2002, pp. 453-482.

SMITH A., *Theory of Moral Sentiments*, 1759; ed. it. *Teoria dei sentimenti morali*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1991.

SMITH A., *Wealth of Nation*, 1776; ed. it. *La ricchezza delle nazioni*, Editori Riuniti, Roma 1997.

ZAMAGNI S., *Happiness and Individualism: An Impossible Marriage*, Relazione tenuta al Convegno “The paradoxes of happiness in economics”, Università Milano Bicocca, 21-23 Marzo 2003.

ZAMBERLAN S., *L'identità europea tra globalizzazione, terrorismo e radici cristiane*, “Studi economici e sociali”, Anno XXXIX, n. 3-4 2004, pp. 35-46.

ZAMBERLAN S., *La globalizzazione e il rapporto tra Nord e Sud del mondo*, “Il pensiero economico moderno”, Anno XXV, n. 2 2005, pp. 61-82.

ZAMBERLAN S., *La globalizzazione, il commercio equo e solidale e la finanza etica*, “Studi economici e sociali”, Anno XL, n. 3-4 2005, pp. 49-63.

ZAMBERLAN S., *La responsabilità d'impresa e la responsabilità del consumatore*, «Studi Economici e Sociali», Anno XL, n. 4 2006, pp. 63-74.

ZAMBERLAN S., *Il «godimento della vita» nella teoria economica*, «Nuova Economia e Storia», Anno XIII, n. 2-3 2007, pp. 65-80.

ZAMBERLAN S., *Economia, ambiente e benessere sociale*, «Il Pensiero Economico Moderno», Anno XXVI, n. 3 2007, pp. 93-101.

**LO STATO STAZIONARIO
E LA SALVEZZA ECOLOGICA:
UN'ANALISI TERMODINAMICA**

di

Nicholas Georgescu-Roegen

Nota

Il saggio di Georgescu-Roegen, *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, è pubblicato grazie alla concessione della rivista "Economia e Ambiente", del cui Comitato Scientifico Georgescu-Roegen fece parte. Il saggio è qui riprodotto in modo da mantenere l'originaria corrispondenza fra il testo e le pagine, cambia solo la numerazione, qui pp. 185-197, in "Economia e Ambiente", Anno III, n. 1, Gennaio-Marzo 1984, pp. 5-17. Chiudeva il saggio, sotto la firma e prima delle note, la frase di referenza: «Nicholas Georgescu-Roegen, uno dei maggiori studiosi viventi di economia ambientale, fa parte del Dipartimento di Economia della Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, USA».

LO STATO STAZIONARIO E LA SALVEZZA ECOLOGICA: UN'ANALISI TERMODINAMICA

*Il moto è la fonte e il padrone
di tutte le cose*
(Eraclito, Frammenti, 43)

Lo stato stazionario: una rassegna

Il cambiamento rappresenta una grande sfida per uno studioso dei nostri tempi e la cosa più conturbante per chi volesse progettare una società ideale.

Non c'è perciò da meravigliarsi se uno studioso cerca un rifugio tranquillo ipotizzando l'esistenza di uno stato privo di cambiamenti importanti.

Per la sua repubblica Platone immagina non solo che il numero degli abitanti resti costante (anche ricorrendo all'infanticidio), ma anche che qualsiasi tendenza al cambiamento sia distrutta in germe (1).

Anche Aristotele, pur rifiutando nel loro insieme le indicazioni del maestro, insegnava che nello stato ideale il numero degli abitanti avrebbe dovuto essere regolato sulla base della terra disponibile per evitare mutamenti significativi (2). Naturalmente se si può evitare il cambiamento, si assicura una perdurante stabilità ad una società quasi immortale, come immaginò Platone.

La stessa idea sta alla base della recente riscoperta di un tema, caro a John Stuart Mill (3), secondo cui la salvezza ecologica è possibile soltanto se l'umanità raggiunge uno stato stazionario.

Se un essere umano è mortale, il genere umano, almeno, può diventare immortale, a condizione che decida di seguire questo consiglio, difeso con fermezza da Kenneth Boulding (4) e specialmente da Hermann Daly (5).

La maggior parte degli economisti, però, ha sempre esaminato l'avvento di una economia stazionaria come una immensa sciagura.

Adam Smith (6) temeva che tale stato potesse verificarsi perchè la tendenza alla diminuzione dei profitti avrebbe fermato qualsiasi "ulteriore acquisto".

Egli sosteneva che lo stato di crescita rappresenta la condizione in cui l'insieme delle persone raggiunge la massima felicità. "È duro vivere in uno stato stazionario e la vita diventa miserabile se c'è tendenza al declino... Lo stato stazionario è piatto e quello decrescente triste". Egli usò l'esempio della Cina per dimostrare che il benessere generale dipende non dal livello del benessere, ma dalla velocità con cui il benessere aumenta col tempo.

In contrasto David Ricardo (7) pensava che l'economia stazionaria si sarebbe verificata soltanto a causa della pressione della popolazione per ottenere il cibo; in quel momento la popolazione avrebbe raggiunto il suo numero massimo. Ma egli sperava di "esser ancora distanti" da tale sgradevole situazione.

Gli economisti dei nostri giorni sono andati ancora più avanti considerando con grande orrore lo stato stazionario, che essi identificano nella stagnazione. Questa eresia – la mania della crescita, come l'ha chiamata Ezra Mishan (8) – ha fatto nascere un'enorme letteratura secondo cui la crescita esponenziale è considerata lo stato normale delle cose. Ma la serenità intellettuale derivata dalla mancanza di crescita spiega lo strano matrimonio di questa filosofia e l'attacco di questi economisti all'analisi statica.

L'ingrediente fondamentale di questa analisi è lo stato stazionario: una economia in cui la produzione e il consumo si verificano alla stessa velocità giorno dopo giorno, da qualche invariabile (ma non necessariamente sempre uguale) unità economica.

C'è anche un'altra ragione per cui l'analisi statica ha fornito i fondamenti su cui la nuova economia doveva essere costruita. L'enorme prestigio che la filosofia meccanica ha riscosso fra gli scienziati fino alla seconda metà del XIX secolo è la ragione per cui l'economia neoclassica è stata concepita come scienza sorella della meccanica.

Lo stato stazionario è stato così visto, sia pur tacitamente, come l'equivalente dell'equilibrio statico della meccanica (9; p. 18-19)(10).

L'erronea identificazione dello stato stazionario con l'equilibrio statico della meccanica classica è stata aggravata dal fatto che né Adam

Smith, ne Ricardo, ne soprattutto Mill hanno mai spiegato che cosa intendessero per stato stazionario.

Questa situazione ha indotto Robbins a scrivere (11) che lo stato stazionario è circondato da una grande ambiguità: egli ha distinto la differenza fra lo stato stazionario raggiunto alla fine di un processo evolutivo o dinamico (secondo la vecchia scuola classica) e lo stato divenuto stazionario perchè la popolazione e il capitale non cambiano (secondo l'immagine dell'economia analitica).

Si fa fatica a comprendere questa distinzione. Il concetto geometrico di quadrato, per esempio, è sempre lo stesso sia che ci si riferisca a un corpo perfettamente rigido, sia che lo si consideri come limite di un quadrangolo elastico soggetto a forze dinamiche. Se poi una forma geometrica reale è veramente un quadrato è un discorso a parte.

Si può essere d'accordo con Alfred Marshall (citato da Robbins) (11), che nel mondo reale niente rassomiglia a uno stato stazionario: tutte le funzioni analitiche hanno qualche difetto. Daly (5) ad esempio insiste sulla distinzione fra "statico" e "stazionario", importante ai fini della ricerca della salvezza ecologica. Lo stato stazionario come è concepito dagli economisti classici, specialmente da Mill, è sufficientemente elastico da poter essere aggiustato praticamente senza aggiunte fisiche, in modo da adattarlo alle più varie necessità.

Il pendolo meccanico e la clessidra tennodinamica

L'adozione dell'epistemologia meccanica da parte dell'economia comporta parecchie spiacevoli conseguenze. La più importante consiste nell'ignorare la natura evolutiva del processo economico. Essendo sorella della meccanica, la teoria standard, proprio come la meccanica, non tiene conto della irreversibilità. L'analisi più tradizionale del mercato presuppone la perfetta reversibilità da un equilibrio all'altro.

Se si escludono Alfred Marshall e pochi altri, i teorici dell'economia ragionarono come se un evento (la siccità o l'inflazione) non lasciasse alcuna traccia nel processo economico (9; p. 64-66, 171-183; 10; p. 126-127 e 338).

Il considerare il processo economico come una girandola fra produzione e consumo ha condotto a un'altra spiacevole omissione, il ruolo delle risorse naturali in tale processo (12).

Per andare alla radice di tutti questi guai basta osservare che, secondo l'epistemologia meccanicistica, l'universo è soltanto un enorme sistema dinamico. Come un pendolo può andare in una direzione o nell'altra senza violare alcun principio della meccanica, anche la morte potrebbe generare un'altra vita: l'unico guaio è che l'epistemologia meccanicistica è stata sepolta più di un secolo fa quando la termodinamica ci ha costretti a prender atto che il mondo fisico a livello macroscopico è dominato da una irrevocabile irreversibilità.

Per dare un'immagine della termodinamica, consideriamo che la clessidra rappresenti un sistema *isolato*, che non scambia, cioè, materia e energia con l'esterno. Immaginiamo che la clessidra contenga qualcosa che rimane costante sempre; questo spiega il primo principio della termodinamica. Nella clessidra il contenuto scorre continuamente dalla parte superiore a quella inferiore.

Due elementi importanti distinguono questa clessidra ideale da quelle reali. Il primo è che la materia-energia passando dal sopra al sotto cambia di *qualità*. Nella parte superiore della clessidra la materia-energia è in forma disponibile, cioè può essere usata dagli esseri umani o da qualsiasi altro essere vivente del pianeta (13).

La materia-energia, una volta passata di sotto, non è più disponibile in questo senso.

Il secondo elemento di differenza è il fatto che la clessidra non può mai essere rovesciata.

Questi due punti spiegano il succo del secondo principio della termodinamica: in un sistema isolato la materia-energia si degrada continuamente e irrevocabilmente in uno stato non più utilizzabile.

L'equilibrio termodinamico si raggiunge quando tutta la materia-energia alla fine non è più disponibile.

Se ora ci ricordiamo che l'entropia è un indice del livello relativo di non-disponibilità della materia-energia si può dire che l'entropia di un sistema isolato aumenta sempre fino a raggiungere un massimo.

È necessario ora fare due osservazioni. La prima (ignorata, se non respinta, dalla usuale letteratura) è che il mutamento entropico si sviluppa nella stessa direzione dell'evoluzione dell'umanità. Senza questo chiarimento non si potrebbe forse parlare dell'incremento della materia-energia non disponibile.

La seconda osservazione consiste nel precisare lo scarso interesse rappresentato dai sistemi isolati. Se si tralascia il caso dell'intero universo, i sistemi isolati sono infatti stabiliti – con qualche accettabile

approssimazione – soltanto nei laboratori. Tutto il resto è dato da sottosistemi non isolati dall'universo.

Sistemi aperti e chiusi

Un sistema aperto può scambiare sia materia che energia con il suo ambiente. Naturalmente l'entropia di tale sistema può crescere o diminuire. Il sistema aperto stazionario presenta così un altissimo interesse, poiché gli organismi viventi sembrano esser fatti in tal modo.

Ma al di là dei rilevanti risultati delle ricerche di L. Onsager e di I. Prigogine sugli aspetti fisici dei fenomeni biologici, si è ancora ben lontani da una soddisfacente conoscenza di tale campo d'indagine (14). La più grande attenzione dev'esser posta nel riferire questi risultati ai problemi ecologici.

Poiché le famose eguaglianze di Onsager per uno stato aperto stazionario costituiscono un equilibrio specifico (e piuttosto difficile da conservare) tra i numerosi vettori del sistema, uno stato aperto stazionario è tanto separato dalla realtà, quanto un sistema reversibile.

Nello stesso modo il rilevante teorema di Prigogine, secondo cui l'entropia prodotta da un sistema aperto raggiunge il suo valore minimo quando il sistema diviene stazionario, è impropriamente richiamato da qualche patrocinatore della società stazionaria. Il teorema non afferma, come qualcuno sostiene, che la produzione di entropia mediante uno stato stazionario aperto è necessariamente minore di quella generata da uno stato non stazionario.

D'altra parte nessuna sistematica obiezione sembra si possa fare all'idea che, almeno in modo ipotetico, il processo economico possa essere una condizione stazionaria fin tanto che le risorse di materia e di energia siano disponibili con la stessa facilità (il che difficilmente si verifica sempre nella realtà). Ma anche questa osservazione non servirebbe per la tesi della salvezza ecologica mediante lo stato stazionario.

La terra infatti è un sottosistema *chiuso*, e non aperto, è cioè un sistema che scambia soltanto energia con il suo ambiente (15).

Un tale sistema può essere efficacemente rappresentato con un anello circolare che scambia soltanto energia nella clessidra dell'universo. La quantità di materia all'interno del sistema rimane costante in ogni momento (16).

Il problema dell'entropia

Anche se il sistema chiuso rappresenta il fondamento teorico della termodinamica classica, il problema che tale sistema possa trovarsi in uno stato stazionario non è stato sistematicamente analizzato, per quanto si sappia. Forse la generale sensazione è che, fin quando sarà resa disponibile abbastanza energia, non vi è limite alla quantità di lavoro che può essere sviluppato. Questa stessa idea domina le riflessioni sul problema entropico dell'umanità.

Per la sua spiegazione, è opportuno far riferimento alla formula base della termodinamica classica per i sistemi chiusi, $dU = AQ - AW$, dove dU è l'energia interna del sistema, Q è la quantità di energia ricevuta come calore, e W l'ammontare di lavoro effettuato dal sistema.

Per lo stato stazionario, $dU = 0$; da cui si ha $AQ = AW$. Ogni lavoro assegnato, quindi, può essere realizzato mediante una quantità corrispondente di energia. I testi istituzionali di termodinamica illustrano la formula $dU = AQ - AW$ ricorrendo al congegno meccanico ben noto comprendente un pistone.

Sebbene questo sia un argomento ormai classico, esso trascurava alcuni elementi cruciali. Uno di questi è stato segnalato dal Silver (17): non tutta l'energia può essere trasformata in lavoro effettivo; una parte, essendo lavoro speso contro l'attrito, è sempre mutata in energia termica dissipata.

Un altro elemento riguarda la velocità di trasformazione. Certamente non si può lanciare un razzo riscaldando il propellente con una combustione dopo l'altra.

L'ultima omissione, e la più determinante, è data dal fatto che, poiché nessuna trasformazione di energia è realizzata senza un sostegno materiale, l'attrito dissipa non solo energia, ma anche materia. Il logorio della maggior parte delle attrezzature nel corso di singole esperienze può essere impercettibile, ma non vi è motivo per ignorarlo.

Nel lungo periodo ed a scala mondiale, lo spreco di materia raggiunge valori apprezzabili.

In ogni situazione ambientale vi è ossidazione, frammentazione, polverizzazione, dilavamento, e così via. Non vi sono strutture materiali durature, poiché la materia, come l'energia, si consuma continuamente ed irreversibilmente.

Comunque è opportuno sottolineare che, in aggiunta alla naturale degradazione entropica, lo spreco di materia ed energia è aggravato da

tutti gli esseri viventi che consumano, ed in particolar modo dagli uomini (18).

Gli stati superficiali del terreno sono trasportati e perduti negli oceani, dappertutto come conseguenza dell'entropia. Comunque, consumando cibo e bruciando legna, per esempio, lontano dalle località dove sono stati prodotti, l'uomo aumenta enormemente la dispersione sia di materia che di energia.

La materia conta nei sistemi chiusi

Dal momento che in un sistema chiuso disponibile la materia diviene scarsa in modo crescente, perchè non utilizzare – si potrebbe suggerire – l'introduzione di energia disponibile per produrre la materia, impiegando la relazione di Einstein, $E = mc^2$? La risposta è che, anche nel fantastico meccanismo dell'universo, la materia non è stata creata *soltanto* dall'energia per quantità significative: viceversa, un rilevante ammontare di materia è continuamente convertito in energia (19). Vi è attualmente sulla Terra meno uranio, ad esempio, di quanto ce n'era milioni di anni fa. In ogni caso il numero delle molecole di rame, o di altri elementi egualmente stabili, è lo stesso di quanto ve n'era alla formazione della Terra (20).

Ed ancora, non potrebbe l'energia disponibile aiutare a superare la scarsità di materia in un altro modo? Con una cella frigorifera si possono separare di nuovo le molecole fredde dalle calde, mescolate, facendo fondere dei cubetti di ghiaccio in un bicchiere d'acqua.

Si potrebbe anche annullare la diffusione di materia e rimettere insieme le molecole staccati: da una moneta usurata o da un coperitone d'automobile.

Questo concetto di riciclaggio completo è ora molto diffuso: ma esso è, comunque, un errore pericoloso. Gli ecologi, in generale, hanno promosso descrivendo in magnifici diagrammi come l'ossigeno, l'anidride carbonica, l'azoto e pochi altri elementi chimici siano riciclati mediante processi naturali prodotti dall'energia solare. Si sa che l'anidride carbonica da luogo al carbonato di calcio negli oceani, ed il fosforo degli scheletri innumerevoli dei pesci morti tende a rimanere disperso sul fondo dei mari.

Ricordando la spiegazione statistica della termodinamica, si potrebbe discutere sulla possibilità di rimettere insieme le perle di una

qualche collana rotta su di un pavimento. Il riciclaggio non è proprio un tal tipo di operazione? Per rilevare l'errore dell'estrapolazione fino al livello molecolare, si supponga dapprima che le stesse perle siano dissolte in qualche acido, e la soluzione poi versata nelle acque del mare: una prova che descrive quel che accade realmente ad una sostanza materiale dopo l'altra.

Anche se si dispone di quanta energia si voglia, occorrerà sempre un tempo fantasticamente lungo, ed in pratica infinito, per rimettere insieme le perle (21).

Tali conclusioni richiamano un punto discusso fin dai primi capitoli di tutti i manuali di termodinamica. Tutti i processi che si sviluppano con una velocità infinitamente piccola sono reversibili, poiché con tale velocità non vi è praticamente attrito. Comunque tale lento movimento prende un tempo praticamente infinito.

Questa è in effetti la motivazione analitica della impossibilità, nel tempo reale, di avere la reversibilità. Ed è anche la ragione analitica del perchè la materia non possa essere riciclata completamente.

Una quarta legge ed il meccanismo economico

Una conseguenza che si trae dalle precedenti osservazioni sulla materia è che qualcosa non è chiaro nel concetto di *energia netta* come misura di efficienza (22) (23). Se dieci tonnellate di carbone possono essere estratte con l'impiego dell'equivalente di energia di una tonnellata, si valuta un guadagno netto di energia di nove tonnellate. Con lo stesso schema, ogni giacimento minerario dà una quantità netta di *materia*, ma d'altra parte una quantità netta negativa di energia, in un impianto, dà un ammontare netto negativo di materia.

La difficoltà che ovviamente si incontra, dal momento che sia l'energia che la materia sono utilizzate in ogni operazione, è che l'unico principio applicabile è quello dell'*accessibilità globale*. Un semplice schema (24) (25) chiarirà questa osservazione e fornirà inoltre una base analitica per spiegare il comportamento della materia in ogni processo fisico (26).

Il diagramma di flusso da me delineato chiarisce alcuni fatti importanti. Primo: nessun sistema economico può sopravvivere senza un continuo apporto di energia e di materia; in particolare, esso non può essere un sistema chiuso stazionario. Anche se fossero riciclati tutti i

rifiuti (27), lo spreco di materia impedirebbe ancora di mantenere costante il fondo capitale. Infatti il mantenimento dei fondi transitori – la popolazione e la sua attrezzatura di mezzi capitali – è l'unico obiettivo concreto del sistema, anche se l'effettiva produzione del complesso di attività è il flusso immateriale, e misterioso, della “gioia della vita”.

Due importanti conclusioni derivano dall'analisi da me fatta. La prima, che interessa principalmente gli economisti, è che, dal momento che l'energia e la materia non possono essere ricondotti ad un comune denominatore, non si può decidere su basi puramente fisiche quale dei due processi – aventi lo stesso fine – è più efficiente dell'altro se uno utilizza più energia, e l'altro impiega più materia.

La decisione è quindi *economica*. Si dovrebbe almeno pensare di ridurre i valori economici a coordinate fisiche. Ma i valori economici son legati ad una bassa entropia sia della materia che dell'energia, pur non equivalendola (28) (29). Le radici dei valori economici sono attribuibili quindi ad una bassa entropia ed al lavoro faticoso (...).

Per la sua più ampia validità, la seconda osservazione può esser considerata come la Quarta legge della Termodinamica (30). *In un sistema chiuso, l'entropia della materia deve in definitiva raggiungere un massimo* (31).

Jonathan Swift una volta affermò che “chiunque riesca a far crescere due spighe di grano o due fili d'erba... dove prima ve n'era solo uno, avrà fatto di più per l'umanità che l'intera genia dei politici” (32). La legge precedentemente enunciata dice invece che produrre lo stesso filo d'erba nello stesso posto, anno dopo anno, già costituisce un miracolo (33).

Dalla termodinamica all'ecologia e all'etica

Quasi tutti al giorno d'oggi amano dilungarsi a dismisura sui rapporti tra termodinamica ed ecologia. Ma poiché, come si è visto in più di un caso, sciorinare soltanto gli insegnamenti dei libri non serve a spiegare cosa accade realmente nel mondo, si può tentare di mettere alla prova le diverse leggi ecologiche enunciate in ogni luogo. E si può verificare, ad esempio, la tesi di Mill.

Un'economia che consista di “un ammontare *costante* di *beni fisici* (capitale) e di una quantità costante di popolazione”, come defini-

ta da Daly (34), è in uno stato stazionario, che può esser sia chiuso, sia aperto. Lo stato “chiuso” è escluso dalla legge prima enunciata. Se “aperto”, lo stato può esser soltanto “quasi stazionario”, perchè le relazioni di Onsager non possono essere completamente soddisfatte. Ed in più, esso postula un’accessibilità quasi costante alle risorse naturali.

Per la maggior parte della sua storia l’umanità è vissuta in effetti in questa condizione, nelle tradizionali comunità in villaggi non del tutto ancora scomparsi. Una società industrializzata, comunque, si confronta continuamente con una accessibilità decrescente alla materia-energia da utilizzare.

Se questa diminuzione non è bilanciata da innovazioni tecnologiche, lo stock di capitale deve necessariamente essere aumentato, e la gente lavorar più duramente, se la popolazione deve rimaner costante.

In tal caso c’è un limite alla capacità di lavoro, come anche all’esigenza di cibo e di confort.

Se le innovazioni suppliscono alla diminuzione, il capitale non rimane costante in senso ben definito. La maggiore difficoltà consiste nel fatto che tali innovazioni non possono sempre crescere, in un sistema chiuso.

Gli sviluppi tecnologici sopravvalutati ed enfatizzati di quest’era non devon render completamente ciechi. Dal punto di vista dell’economia delle risorse terrestri, la base dello sviluppo industriale consiste in innovazioni che comportano spreco di materiale a bassa entropia. Il rasoio che viene buttato completamente via quando la lametta è un po’ ottusa, e le montagne di documenti fotocopiati, senza che nessuno nemmeno li guardi, son poca cosa rispetto all’agricoltura meccanizzata ed alle culture ad alta resa (35) (36).

“Automobili più grandi e più comode, golfcarts e macchinette varie” significano necessariamente maggiore e più elevato consumo di risorse ed un esteso inquinamento ambientale. Questo è il risultato della “mania di crescere”, con le implicazioni che Mill ed i moderni propugnatori dello stato stazionario voglion arrestare. Ed essi hanno delle valide ragioni nel respingere una crescita così prodotta.

Probabilmente, come economisti, essi non potrebbero immaginare anche una condizione di declino. Ma, abbastanza insolitamente, molti argomenti a favore dello stato stazionario si riferiscono meglio a quest’altra condizione (37).

Per ammissione dello stesso Daly (38), la tesi dello stato stazionario non ha nulla da dire riguardo alla dimensione della popolazione od

al livello delle condizioni di vita. Ma ancora una volta i principi della termodinamica chiariscono che la quantità desiderabile di popolazione è quella che può esser nutrita soltanto dall'agricoltura organica.

Ciò nonostante, le tesi di Mill danno un grande insegnamento.

“La lotta per progredire, per sottomettere, superare, annientare l'un l'altro, che costituisce l'attuale modo di vita associata”, dovrebbe, almeno nelle sue parole, cessare del tutto.

Per raggiungere questa condizione di sogno, bisogna cominciare a formulare un programma bio-economico ridotto, che tenga conto non solo della popolazione attuale, ma anche delle generazioni future.

Gli economisti hanno predicato a lungo che si dovrebbe massimizzare il rendimento attuale. È tempo infine che l'umanità capisca che la condotta più razionale consiste nel *minimizzare i rimorsi*. Ogni aggeggio in più, od un impianto per garage per due automobili, significa meno cibo per gli affamati di oggi e meno terreno arabile – per quanto distante da qui – per le generazioni future, del tutto simili a quelle attuali (39) (40).

Il mondo ha bisogno soprattutto di una nuova etica. Se i principi affermati sono giusti, ogni altra cosa – i prezzi, la produzione, la distribuzione dei beni ed anche l'inquinamento – dev'esser giusta. All'inizio si è posto all'attenzione dell'uomo il comandamento “non uccidere”, ed in seguito “ama il prossimo tuo come te stesso”. Il comandamento di quest'epoca è “Ama la tua specie come te stesso”.

Anche questo comandamento, in ogni caso, non porrà fine alla lotta dell'umanità contro l'ambiente e se stessa. Il dovere morale della cultura è quello di attenuare tale lotta e di non ingannare con principi od obiettivi che vanno ben al di là della scienza umana. Questa è l'assunzione di responsabilità con umiltà, della bioetica di Van Reusselaer Pottet (41).

Nicholas Georgescu-Roegen

NOTE

1. PLATONE, *Leggi*, 740-741, e *Repubblica*, 424, 546.
2. ARISTOTELE, *Politica*, II, 2; V, 3,6-7; VII, 14.
3. J. STUART MILL in W.J. ASHLEJ, (editor), *Principles of Political Economy*, Longmans, Green & Co., London, 1920, IV, p. 6.
4. K. BOULDING, *The economics of the Spaceship Earth*, in H. Jarret (editor), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Johns Hopkins Press, Baltimore, Md., 1966, p. 3-16.
5. M.E. DALY, *Torvada Steady Economy*, W.H. Freeman, San Francisco, California, 1973.
6. A. SMITH, *The Wealth of Nation*, Edwin Cannan editor, Random House, New York, 1937.
7. D. RICARDO in PIERO SRAFFA (editor), *The Works and Correspondence of David Ricardo*, 10 volumi, The University Press, Cambridge, 1951-1955.
8. E. MISHAN, *The Costs of Economic growth*, Praeger, New York, 1967.
9. N. GEORGESCU-ROEGEN, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1966.
10. N. GEORGESCU-ROEGEN, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge, MA 1971; N. GEORGESCU-ROEGEN, *Energy and Economic Myths, Institutional and Analytical Essay*, Pergamon Press, New York, 1976.
11. L. ROBBINS, *On a Certain Ambiguity in the Conception of Stationary Equilibrium*, «Economic Journal», 40, 194-214 (1930).
12. L'unico fattore ambientale che appare nella teoria standard della produzione è la terra in senso ricardiano, considerata indistruttibile. Mill (3, p. 22) sembra l'ultimo economista rispettabile disposto a condividere la vecchia idea di William Petty, che il lavoro è il padre e la natura la madre della ricchezza (9; p. 22).
13. Per il suo carattere essenzialmente antropomorfo la termodinamica è una scienza del tutto particolare (si veda la successiva nota). Ma la termodinamica è avvolta anche da un velo di mistero perchè non si dice se i suoi principi valgano o no per forme di vita extraterrestre. E' bene sottolineare che il famoso paradosso del diavolo di Maxwell affronta questo problema, ma per forza manca qualsiasi possibilità di una sua verifica.
14. A. KATCHALSKY and P.F. CURRAN, *Non Equilibrium Thermodynamics in Biophysics*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1965.
15. Vi è naturalmente la caduta di meteoriti. Ma anche se la sua quantità può sembrare rilevante (150.000 tonnellate ogni anno), in termini relativi essa è del tutto trascurabile. Le particelle materiali che talvolta sfuggono alla forza gravitazionale sono anche meno importanti.
16. Il quarto caso, il sistema che scambia soltanto materia con l'esterno, è

praticamente impossibile, poiché ogni materia in movimento possiede energia cinetica.

17. R.S. SILVER, *An Introduction to Thermodynamics*, The Cambridge University Press, Cambridge, 1971.

18. Ora tutti sanno che soltanto nella termodinamica, fra tutte le branche della chimica-fisica, la vita conta. Le piante vegetali cadono giù e gli organismi animali accelerano il degrado entropico. Ma anche le piante non possono mutare tutta l'energia solare in lavoro effettivo; ciò potrebbe vincere la legge entropica.

19. Nei settori nucleari, il plutonio 239 è prodotto da materiale di base dell'uranio 238 ed uranio 235, nonchè da una certa quantità di energia.

20. Cfr. la nota (15) precedente.

21. N. GEORGESCU-ROEGEN, *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Essays*, Pergamon Press, New York, 1976; cap. I.

22. F. COTTRELL, *Energy and Society*, Mc Graw-Hill, New York, 1955.

23. H.T. ODRUM, *Energy, Ecology and Economics*, *Ambio* 2: 220-227.

24. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1971.

25. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1976 b, ch. 9.

26. N. GEORGESCU-ROEGEN, *A Different Economic Perspective*, Memoria letta alla Conferenza annuale della AASS, 18-24 febbraio 1976, Boston, Mass.

27. Dei rifiuti possono essere eliminati. Le rocce frantumate prodotte congiuntamente con gli oli di scisto potrebbero, ipoteticamente, essere rimesse allora posto iniziale. In tal modo, però, non si potrebbe avere altro olio. Questi comportamenti reali sono totalmente trascurati da chi predica che si può forgiare l'ambiente a seconda dei propri desideri (H.G. JOHNSON, *Man and His Environment*, The Bristol-North American Committee, London, 1973).

28. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1966, pp. 93-94.

29. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1971, pp. 282-283.

30. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1976 a.

31. Il caso di un singolo elemento chimico riporta alla memoria il famoso paradosso di Gibbs.

32. J. SWIFT, in W. Scott, ed., *The Works of Jonathan Swift*, 12 vol., Archibald Constable, Edimburgh, 1914; vol. XII, p. 176.

33. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1971, p. 302.

34. H.E. DALY, op. cit., pp.14, 153.

35. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1971, p. 303.

36. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1976 b, ch. 1,3.

37. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1976 b, ch. 1.

38. H.E. DALY, op. cit., pp.154-155.

39. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1971, p. 304.

40. N. GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., 1976 b, ch. 1,3.

41. V.R. POTTER, *Bioethics: Bridge to the Future*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1971.

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Nota

I volumi di Georgescu-Roegen, *Analisi economica e processo economico* ed *Energia e miti economici*, sono delle raccolte di diversi saggi dell'autore tradotti in italiano. Non esistono delle versioni originali in inglese di queste due antologie. Per rendere più agevole la comparazione tra i testi tradotti in italiano e le edizioni in lingua originale, facilitando l'identificazione della provenienza delle citazioni, ho preferito, nelle note del testo, far riferimento ai titoli dei saggi contenuti nei due volumi in questione, i quali sono richiamati solo nella prima citazione di ogni capitolo. Per facilitare l'identificazione della fonte originale e quindi il periodo storico in cui è stata scritta, ho utilizzato lo stesso criterio anche per i saggi raccolti nel volume *Analitacal Economics* del 1966. Di conseguenza, i riferimenti presenti nella bibliografia riportano anche la suddivisione sopra esposta. Gli autori sono elencati in ordine alfabetico, le opere dello stesso autore sono elencate in ordine cronologico.

BIBLIOGRAFIA

BECCATINI G., *Introduzione* a N. GEORGESCU-ROEGEN, *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973.

BIANCIARDI C., E TIEZZI, S. ULGIATI, *Complete Recycling of Matter in the Frameworks of Physics, Biology and Ecological Economics*, in "Ecological Economic", vol. 8, 1993.

BONAIUTI M., *La teoria Bioeconomica*, Carocci, Roma 2001.

BONAIUTI M., *Introduzione* a N. GEORGESCU-ROEGEN, *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. BONAIUTI), Boringhieri, Torino 2003, pp. 7-62.

BRESSO M., *Pensiero economico e ambiente*, Loescher Editore, Torino, 1982.

BROOKS D.B., P.W. ANDREWS, *Mineral Resources, Economic Growth, and the World Population*, "Science", 185 (5.7.1974), pp. 13-19.

BROWN H., J. BONNER, J. WEIR, *The Next Hundred Years*, Viking Press, New York 1957.

BRUNI L., *L'economia e i paradossi delle felicità*, in P.L. SACCO, S. ZAMAGNI (a cura di), *Complessità relazionale e comportamento economico*, Il Mulino, Bologna 2002, pp. 173-254.

BRUNI L., P.L. PORTA (a cura di), *Economics and Happiness*, Oxford University Press, Dicembre 2005.

BRUNI L., P.L. PORTA, *Felicità ed economia*, Guerini, Milano 2004

CAPRA F., *La scienza della vita*, Rizzoli, Milano 2002.

- CAPRA F., *La rete della vita*, Rizzoli, Milano 1997.
- CARNOT S., *La potenza motrice del fuoco – L'opera di Sadi Carnot fondatore della termodinamica. Versione italiana e guida didattica*, a cura di B. JANNAMORELLI, Enea, Roma 1988.
- CARNOT S., *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, Bollati Boringhieri, Torino 1992.
- CARNOT S., *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, a cura di B. JANNAMORELLI, CUEN, Napoli 1996.
- CLAUSIUS R., *Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie*, I-II, Braunschweig 1864-1867.
- CLAUSIUS R., *Über die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, die sich daraus für die Wärmetheorie selbst ableiten lassen*, *Annalen Phys. Chem.*, vol. 155, 1850, pp. 368-397, 500-524.
- CLAUSIUS R., *Ueber einige Stellen der Schrift von Helmholtz über die Erhaltung der Kraft*, «*Pogg. Ann.*», 89 1853, pp. 568-579.
- CLAUSIUS R., *Reflections on the Motive Power of Heat Engines*, a cura di E. MENDOZA, Dover, New York 1960.
- CLAUSIUS R., *Reflection on the Motive Power of Fire (and other papers translated into English)*, a cura di E. MENDOZA, Peter Smith, Gloucester Manchester 1977.
- COSTANZA R., *Embodied Energy and Economic Valuation*, in "Science", New Series, Vol. 210. no. 4475, 12 December 1980, pp. 1219-1224.
- CRIVELLI R., *Enjoyment of life. A Discussion on Nicholas Georgescu-Roegen's Contribution of the Analysis of Economic Value*, mimeo.
- CRIVELLI R., *Il godimento della vita nel pensiero economico di N. Georgescu-Roegen*, "Il pensiero economico moderno", Anno IX, n. 4 1989, pp. 93-104.
- DALY H., *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*, Edizioni di Comunità, Torino 2001.

DALY H., *Toward a Steady State Economy*, W.H. Freeman, San Francisco 1973.

DE GLERIA S., *La penombra dialettica*, "Quale energia", n. 11-12, gennaio-giugno 1985, pp. 58-62.

DRAGÀN C., M.C. DEMETRESCU, *Entropia e bioeconomia*, Nagard, Milano 1996.

DRAGÀN J.C., E.K. SEIFERT, G. STRASSET, M.C. DEMETRESCU, C. BOB, (a cura di), *Cybernetics, Ecology and Bioeconomics: Proceeding of the International Joint Conference: Cybernetics Academy "Stefan Odobleja", European Association for Bioeconomics Studies - E.A.B.S., Dragàn European Foundation, Palma de Mallorca, November 7-10, 1998, Nagard, Milano 2000.*

DRAGÀN J.C., E.K. SEIFERT, M.C. DEMETRESCU, (a cura di), *Entropy and Bioeconomics: Proceeding of the First International Conference of the European Association for Bioeconomics Studies - E.A.B.S., Rome 28-30 November 1991, Nagard, Milano 1993.*

DRAGÀN J.C., E.K. SEIFERT, M.C. DEMETRESCU, (a cura di), *Implication and Application of d Bioeconomics: Proceeding of the Second International Conference of the European Association for Bioeconomics Studies - E.A.B.S., Palma de Mallorca, March 11-13, 1994, Nagard, Milano 1997.*

EDDINGTON A.S., *The Nature of the Physical World*, Macmillan, New York 1943.

EDDINGTON A.S., *La natura del mondo fisico*, Laterza, Bari 1987.

EASTERLIN, R.A., *Does Economic Growth Improve the Human Lot?* in *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*, P.A. DAVID, M.W. REDER (a cura di), Academic Press. Inc., New York 1974.

EIGEN M., *Molecular Self-Organization and the Early Stages of Evolution*, "Quarterly Reviews of Biophysics", Vol. 4, n. 2-3 1971, pp. 149-212.

FRANK R., *Choosing the Right Pond*, Oxford University Press, New York 1985.

FOURIER J., *Theorie analytique de la chaleur*, Père et Fils, Chez Firmin Didot, Parigi 1822.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Analytical Economics, Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1966.

GEORGESCU-ROEGEN N., *The Pure Theory of Consumer's Behaviour*, "Quarterly Journal of Economics", L 1936, pp. 545-593, ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 133-170.

GEORGESCU-ROEGEN N., *The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws*, "Quarterly Journal of Economics", LXIV 1950, pp. 125-138; ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 171-183.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Threshold in Choice and the Theory of Demand*, "Econometrica", XXI 1953, p. 157-168; ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 228-240.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Choice and Revealed Preference*, "Southern Economic Journal", XXI 1954, pp. 119-130; ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 219-221.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Choice, Expectations and Measurability*, "Quarterly Journal of Economics", LXVIII 1954, pp. 503-534; ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 184-215.

GEORGESCU-ROEGEN N., *The Nature of Expectation and Uncertainty*, M.J. BOWMAN (a cura di), in *Expectations, Uncertainty and Business Behavior*, Social Science Council, New York 1958, pp. 11-29; ristampato in N. GEORGESCU-ROEGEN, *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 242-275.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Economic Theory and Agrarian Economics*, "Oxford Economic Papers", XII 1960, pp. 1-40. Ristampato in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 359-397.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Utility*, in “International Encyclopaedia of Social Sciences”, McMillian and Free Press, New York 1968, vol. 16, pp. 236-267.

GEORGESCU-ROEGEN N., *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) 1971.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Analisi economica e processo economico*, Sansoni, Firenze 1973.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Prospettive e orientamenti in economia*, in *Analisi economica e processo economico*, pp. 1-155. Prima pubblicazione *Some Orientation Issue in Economics* in ID., *Analytical Economics: Issues and Problems*, pp. 1-129

GEORGESCU-ROEGEN N., *La legge di entropia e il problema economico*, in *Analisi economica e processo economico*, pp. 265-279. Prima pubblicazione ID., *The entropy Law and the Economic Problem*, in “Distinguished Lecture Series”, University of Alabama, n. 1 1971.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Teoria economica ed economia agraria* in *Analisi economica e processo economico*, pp. 157-210. Prima pubblicazione ID., *Economic Theory and Agrarian Economics*, 1960.

GEORGESCU-ROEGEN N., *L'economia politica come estensione della biologia*, “Note economiche” (Monti dei Paschi di Siena), 1974, n. 2, pp. 5-18, ora in N. Georgescu-Roegen, *Bioeconomia - Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, (a cura di M. Bonaiuti), Torino 2003, pp. 65-78.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Energy and Economic Myths*, Oxford University Press, Londra 1976.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Processo agricolo contro processo industriale: un problema di sviluppo sbilanciato* in *Energia e miti economici*, pp. 162-198. Prima pubblicazione ID., *Process in farming versus Process in Manufacturing: a Problem of*

Balanced Development, in U. PAPI, C. NUNN (a cura di), "Economic Problems of agriculture in Industrial Societies", Atti della Conferenza dell'International Economic Association, Roma, settembre 1965, Macmillan-St. Martin Press, Londra e New York, 1969, pp. 497-528.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Considerazioni sullo scritto "Delusioni dell'econometria" di Corrado Gini*, in *Energia e miti economici.*, pp. 261-274. Prima pubblicazione ID., *Further Thoughts on Corrado Gini's 'Delusioni dell'econometria'*, "Metron", 1966 vol. 25, n. 1-4, pp. 265-279.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Analisi energetica e valutazione economica*, in *Energia e miti economici.*, pp. 83-140. Prima pubblicazione ID., *Energy Analysis and Economic Valuation*, "The southern economic Journal", vol. 45, n.4 1979, pp. 1023-1058.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Postfazione a J. RIFKIN, Entropia*, Ed. riveduta e aggiornata, Milano 2000. Prima pubblicazione *Afterword in J. RIFKIN, Entropy. Into the Greenhouse of World*, Bantam Books, New York 1980, pp. 417-438.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Lo stato stazionario e la salvezza ecologica: un'analisi termodinamica*, "Economia e Ambiente", n. 1, 1984, pp. 5-17.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Bioeconomia e degradazione della materia – Il destino prometeico della tecnologia umana*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. MOLESTI, F. Angeli, Milano 2003. Prima pubblicazione ID., *Economia e degradazione della materia. Il destino prometeico della tecnologia umana*, "Economia e Ambiente", n. 4, 1985, pp. 5-29.

HAKEN H., *Laser Theory*, Vol. XXXV/2C. *Encyclopedia of Physics*, Springer 1970. Ristampato in ID., *Laser Theory*, Springer, Berlino 1984.

HEISENBERG W., *Oltre le frontiere della scienza*, Editori Riuniti, Roma 1984.

HEISENBERG W., *Natura e fisica moderna*, Garzanti, Milano 1985.

- HICKS J.R., R.G.D. ALLEN, *A reconsideration of the Theory of Value*, "Economica", I 1934, pp. 52-76.
- KAHNEMAN, D., "Some Attempts to Measure the Affective Component of Well-being", *Relazione al Convegno di Milano*, 21 marzo 2003.
- KEYNES J.M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*, 1936; trad. it. *Teoria generale dell'occupazione, dell'interesse e della moneta e altri scritti*, UTET, Torino 1978.
- LOVELOCK J.E., *A physical basis for life detection experiments*, "Nature", 207 (7), 1962, pp. 568-570
- LOVELOCK J.E., *Gaia as Seen through the Atmosphere*, "Atmosferic Enviroment", vol. 6, 1972, pp. 579-580.
- LOVELOCK J., L. MARGULIS, *Biological Modulation of the Earth's Atmosphere*, "Icarus", vol. 21, 1974, pp. 471-489.
- LOVELOCK J.E., L. MARGULIS, *Atmospheric homeostasis by and for the biosphere-The Gaia hypothesis*, "Tellus" 26 (1) 1974, pp. 2-10.
- LOVELOCK J.E., L. MARGULIS, *Gaia. Nuove idee sull'ecologia*, Boringhieri, Torino 1981.
- LOVELOCK J.E., L. MARGULIS, *Gaia: A new look at life on Earth*, Oxford University Press, New York 1982.
- LOVELOCK J.E., A.J. WATSON, *Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld*, "Tellus", 35B 1983, pp. 286-289.
- LOVELOCK J.E., *Healing Gaia*, Harmony Books, New York 1991.
- MARSHALL A., *Mechanical and Biological Analogies in Economics*, "Economic Journal", VIII, marzo 1898. Ristampato in A.C. PIGOU (a cura di), *Memorials of Alfred Marshall*, Macmillan, Londra 1925, pp. 312-318.
- MARSHALL A., *Principles of Economics: An Introductory Volume*, Macmillan, 8^a ed., Londra 1920.
- MARGULIS L., S. DORION, *Microcosmos*, Summit, New York 1986

- MARGULIS L., S. DORION, *Microcosmo*, Mondadori, Milano 1989.
- MATURANA H., F. VARELA, *Autopoiesis and cognition. The Realization of the Living*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht 1980.
- MATURANA H., F. VARELA, *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia 1985.
- MATURANA H., F. VARELA, *The Tree of Knowledge. A New Look at the Biological Roots of Human Understanding*, Shambhala – New Science Library, Boston e Londra 1987.
- MATURANA H., F. VARELA, *L'albero della conoscenza*, Garzanti, Milano 1987.
- MATURANA H., F. VARELA, R. URIBE, *Autopoiesis: the Organization of Living System, its Characterization and a Model*, "BioSystem, n. 5, 1974, pp. 187-196.
- MATURANA H., F. VARELA, R. URIBE, *Autopoiesi: una caratterizzazione ed un modello dell'organizzazione dei sistemi viventi*, "La Nuova Critica", Anno 6, vol. 4, 1982, pp. 19-42.
- MAYUMI K., *Georgescu-Roegen's 'Fourth Law of Thermodynamics' and the Flow-Found Model in Entropy and Bioeconomics: Proceeding of the First International Conference of the European Association for Bioeconomics Studies - E.A.B.S.*, a cura di J.C. DRAGAN, E.K. SEIFERT, M.C. DEMETRESCU, Nagard, Milano 1993, pp. 399-413.
- MAYUMI K., J.M. GOWDY (a cura di), *Bioeconomics and Sustainability – Essay in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, Edward Elgar, Cheltenham 1999.
- MCCULLOCH W., W. PITTS, *A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity*, "Bulletin of Mathematical Biophysics", 1943 5, pp. 115-133.
- MENEGAZZI G., *I fondamenti del solidarismo*, Giuffrè, Milano 1964.

MENEGAZZI G., *I nuovi fondamenti dell'ordine vitale dei popoli*. Vol. I, Giuffrè, Milano 1965.

MENEGAZZI G., *Grandezza e attualità del pensiero economico-sociale di Giuseppe Toniolo* in “Studi Economici e Sociali”, Anno I, n. 1 1966, pp. 7-30. Ristampato in R. MOLESTI (a cura di), *Giuseppe Toniolo il pensiero e l'opera*, Franco Angeli, Milano 2005, pp. 113-130.

MENEGAZZI G., *I nuovi fondamenti dell'ordine vitale dei popoli*, Vol. III, Giuffrè, Milano 1967.

MENEGAZZI G., *Il piano dello sviluppo solidale dei popoli*, Giuffrè, Milano 1970.

MENEGAZZI G., *Laws and Models for a Vital Order and Mutual Development of Peoples*, Centre for Studies and Research on Planning of Social-Economic Community Development of the University of Padua, Palazzo Giuliani, Università di Verona, Verona 1975.

MENGER C., *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, Braumnalter, Vienna 1871.

MENGER C., *Principi di economia politica*, UTET, Torino 1976.

MOLESTI R. (a cura di), *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, Franco Angeli, Milano 2003.

MOLESTI R., *I fondamenti scientifici della bioeconomia: l'opera di Nicholas Georgescu-Roegen*, in ID., (a cura di), *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, Franco Angeli, Milano 2003, pp. 141-160.

MOLESTI R., *I fondamenti della Bioeconomia*, Franco Angeli, Milano 2006.

NARDI SPILLER C., *La Théorie Economique et la Stratégie Politique de Genovesi, Galiani, Bandini, Beccaria, Verri et Ortes*, “Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali”, Anno XXXVIII, n. 4 1991, pp. 369-383.

NARDI SPILLER C. *Felicità e benessere nel pensiero di Beccaria e Verri*, “Etica ed Economia”, VI, n. 2 2005, pp. 101-117.

- NERNST W., *Traité de Chimie Générale*, 10^a ed., Hermann, Parigi 1922-23.
- PLANCK M., *Leçons des Thermodynamique*, Hermann, Parigi 1913.
- PRIGOGINE I., *Thermodynamics of Irreversible Processes*, John Wiley and Sons, New York 1961.
- PRIGOGINE I., *Dissipative Structure in Chemical System*, in *Fast Reaction and Primary Process in Chemical Kinetics*, a cura di Stig Claesson, Interscience, New York 1967, pp. 371-382.
- PRIGOGINE I., P. GLANSDORFF, *Structure, Stabilité et Fluctuations*, Masson et Cie, Parigi 1971.
- PRIGOGINE I., P. GLANSDORFF, *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*, Wiley, New York 1971.
- PRIGOGINE I., I. STENGERS, *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Parigi 1979.
- PRIGOGINE I., I. STENGERS, *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino 1981.
- PRIGOGINE I., I. STENGERS, *Order out of Chaos - Man's new dialogue with nature*, Bantam, New York 1984.
- RAYLEIGH LORD, *On the Work that may be gained during the Mixing of Gases*, "Philosophical Magazine", Ser. 4, 49, n. 325 (April 1875), pp. 311-319.
- RIFKIN J., *Entropia*, Baldini e Castoldi, Milano 2000.
- SAMUELSON P.A., *A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour*, "Economica", vol. 5 1938, pp. 61-71.
- SAMUELSON P.A., *Foreword* in N. GEORGESCU-ROEGEN, *Analytical Economics: Issues and Problems*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 1966, pp. VII-IX.
- SACCO P., ZAMAGNI S., (a cura di), *Complessità relazionale e comportamento economico, materiali per un nuovo paradigma di razionalità*, Il Mulino, Bologna 2002.

SACCO P.L., ZARRI L., *Dilemmi dell'azione collettiva e norme di ragionevolezza sociale*, "Ars Interpretandi. Annuario di Ermeneutica Giuridica", n. 7, 2002, pp. 453-482.

SERPIERI A., *Guida e ricerche di economia agraria*, Treves, Roma 1929.

SERPIERI A., *L'agricoltura nell'economia della nazione*. 2 Vol. Barbera, Firenze 1942-1943.

SERPIERI A., *Scritti di economia agraria: 1946-1953*, Le Monnier, Firenze 1957.

SMITH A., *Theory of Moral Sentiments*, 1759; ed. it. *Teoria dei sentimenti morali*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1991.

SMITH A., *Wealth of Nation*, 1776; ed. it. *La ricchezza delle nazioni*, Editori Riuniti, Roma 1997.

TIEZZI E., *Fermare il tempo*, Raffaello Cortina Editore, Milano 1996.

TIEZZI E., *I limiti biofisici della Terra e la rilettura delle categorie spazio-tempo*, in *Economia dell'ambiente e bioeconomia*, a cura di R. MOLESTI, Franco Angeli, Milano 2003, pp. 225-237.

TONIOLO G., *Dei remoti fattori della potenza economica di Firenze nel Medioevo*, Hoepli, Milano 1882; ristampato in ID., *Opera Omnia*, serie I, vol. 4, *Prefazione* di S. MAJEROTTO, a cura del Comitato per l'Opera Omnia di G. Toniolo, Città del Vaticano 1952.

TONIOLO G., *Trattato di economia sociale e scritti economici*, I-V, Prefazione di F. VITO F., Città del Vaticano 1949-1952.

TONIOLO G., *Il concetto cristiano della democrazia*, "Rivista internazionale di scienze Sociali e discipline ausiliarie", v. XIV, 1897, pp. 325-369; ristampato in ID., *Opera Omnia*, serie III, vol. II, *Democrazia Cristiana. Concetti e indirizzi*, vol. I, a cura del Comitato per l'Opera Omnia di G. Toniolo, Città del Vaticano 1949, pp. 17-90.

TONIOLO G., *Il programma sociale della democrazia cristiana*, in “Il popolo italiano”, IV, 1899; ristampato in ID., *Opera Omnia*, serie III, vol. II, *Democrazia Cristiana. Concetti e indirizzi*, vol. I, a cura del Comitato per l’Opera Omnia di G. Toniolo, Città del Vaticano 1949, pp. 260-263.

ZAMAGNI S., *Economia Politica*, NIS La Nuova Italia Scientifica, Roma 1984.

ZAMAGNI S., *Georgescu-Roegen on consumer theory: an assessment*, in *Bioeconomics and Sustainability – Essay in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, a cura di K. MAYUMI, J.M. GOWDY, Edward Elgar, Cheltenham (UK) 1999, pp. 103-124.

ZAMAGNI S., *Georgescu-Roegen. I fondamenti della teoria del consumatore*, Etas Libri, Milano 1979.

ZAMAGNI S., *Introduzione a N. GEORGESCU-ROEGEN, Energia e miti economici*, Boringhieri, Torino 1982, pp. 9-21.

ZAMAGNI S., *Happiness and Individualism: An Impossible Marriage*, Relazione tenuta al Convegno “The paradoxes of happiness in economics”, Università Milano Bicocca, 21-23 Marzo 2003.

ZAMBERLAN S., *L’identità europea tra globalizzazione, terrorismo e radici cristiane*, “Studi economici e sociali”, Anno XXXIX, n. 3-4 2004, pp. 35-46.

ZAMBERLAN S., *La globalizzazione e il rapporto tra Nord e Sud del mondo*, “Il pensiero economico moderno”, Anno XV, n. 2 2005, pp. 43-64.

ZAMBERLAN S., *La globalizzazione, il commercio equo e solidale e la finanza etica*, in “Studi economici e sociali”, Anno XL, n. 3-4 2005, pp. 49-65.

ZAMBERLAN S., *Nicholas Georgescu-Roegen: un nuovo fondamento epistemologico per la scienza economica*, “Il pensiero economico moderno”, Anno XV, n. 3-4 2005, pp. 47-74.

ZAMBERLAN S., *La critica alle teorie dell’utilità e del comportamento del consumatore di N. Georgescu-Roegen*, “Nuova Economia e Storia”, Anno XII, n. 1 2006, pp. 49-73.

ZAMBERLAN S., *Un approccio alternativo alla teoria della produzione*, «Nuova Economia e Storia», Anno XII, n. 2-3 2006, pp. 35-62.

ZAMBERLAN S., *La responsabilità d'impresa e la responsabilità del consumatore*, «Studi Economici e Sociali», Anno XLI, n. 4 2006, pp. 63-74.

ZAMBERLAN S., *Economia e biologia. La Teoria Bioeconomica di Nicholas Georgescu-Roegen*, «Il Pensiero Economico Moderno», Anno XXVI, n. 4 2006, pp. 69-91.

ZAMBERLAN S., *Il «godimento della vita» nella teoria economica*, «Nuova Economia e Storia», Anno XIII, n. 2-3 2007, pp. 65-80.

ZAMBERLAN S., *Economia, ambiente e benessere sociale*, «Il Pensiero Economico Moderno», Anno XXVII, n. 3 2007, pp. 93-101.

IPEMEdizioni

Il Pensiero Economico Moderno
Via della Fortezza 1, Pisa C.P. 272, 56100 Pisa

Finito di stampare nel Settembre 2007
da I.G.VI. Industrie Grafiche Vicentine S.p.A. - Vicenza

Tutti i diritti riservati

Decrescita produttiva quantitativa, riduzione degli sprechi, aumento della qualità di vita, crescita demografica in equilibrio con l'ambiente, ridistribuzione internazionale della ricchezza, centralità dell'uomo nel processo economico e sociale: ecco alcuni punti cardine del pensiero di Nicholas Georgescu-Roegen per assicurare alla specie umana un futuro lungo e prospero.

Il percorso intellettuale di questo Autore viene spesso separato in due periodi ben distinti. Il primo, quello iniziale della sua carriera, con i lavori sull'utilità e sul comportamento del consumatore, contributi innovativi ma pur sempre rientranti nell'economia neoclassica standard. Il secondo, con i contributi "rivoluzionari" basati sull'allargamento epistemologico e sull'introduzione della biologia e dell'entropia in economia, che portano alla nascita della bioeconomia. Pur rappresentando due momenti e due approcci diversi, vi fu un'evoluzione graduale del pensiero dell'Autore. L'approccio bioeconomico nasce, infatti, dai limiti della teoria economica neoclassica e per rispondere agli interrogativi che questa lascia aperti.

L'intento del presente lavoro è quello di analizzare l'evolversi del pensiero roegeniano, tenendo ben presente il collegamento tra le varie fasi: dai contributi alla teoria del consumatore alla critica dell'utilità, dall'introduzione dei concetti dialettici all'allargamento epistemologico della scienza economica, dall'analisi dell'evoluzione biologica umana e delle tensioni sociali che ne derivano all'assunzione dell'entropia come base scientifica per l'analisi economica, dall'uso delle risorse materiali ed energetiche all'individuazione del "godimento della vita" come fine ultimo del processo economico e dell'agire umano.

Questo volume si propone come un utile strumento introduttivo all'opera di Georgescu-Roegen, sintetizzando in modo fluido e coerente il divenire del suo pensiero, evidenziandone i concetti fondamentali, i collegamenti e le conclusioni. Conclusioni profetiche, confermate con il passare del tempo dall'acuirsi dei problemi economici, sociali e ambientali. Il lavoro di questo autore, che ci auguriamo possa essere per molti fonte di ispirazione e riflessione, pone su basi scientifiche solide un nuovo modo di pensare al nostro stile di vita, al nostro rapporto con l'ambiente come appartenenti alla specie umana e al nostro futuro su questo pianeta.

Stefano Zamberlan è il primo dottore di ricerca italiano in Bioeconomia, attualmente svolge attività di ricerca in Economia politica, Economia dell'ambiente e Storia del pensiero economico nell'Università degli Studi di Verona.

€ 15,00

